Botanisches Archiv

Zeitschrift für die gesamte Botanik.

Herausgegeben
von
Dr. CARL MEZ
Professor der Botanik an der Universität
Königsberg Pr.

II. Band

Juli bis Dezember 1922

Königsberg Pr. • Selbstverlag des Herausgebers • Kommission: Verlag des Repertoriums,
Dahlem bei Berlin, Fabeckstraße Nr. 49.

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
JUL 31 1924
GARDEN LIBRARY

Inhalt des zweiten Bandes:

GLEISBERG, W.	Systematisch-kritische Vorarbeit für eine Monographie der Spezies Vaccinium Oxycoccus :	1—34
MEZ, C.	Additamenta monographica 1922	34, 173—176, 210—212, 259—260
HERRMANN, H.	Vergleichende Holzanatomie der Pappeln und Baumweiden . . .	35—56, 79—112
KIRSTEIN, K.	Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaftsverhältnisse der Pflanzengruppe der Gymnospermen	57—79
STEINECKE, F.	Promallomonas, eine neue Gattung der Chromulinaceen	112
SCHULZ, P.	Desmidiaceen aus dem Gebiet der Freien Stadt Danzig und dem benachbarten Pomerellen	113—173
WORSECK, E.	Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaftsverhältnisse der Monocotyledonen	177—206
STEINECKE, F.	Die Flora der Granattrichter im Aisne-Gebiet (Frankreich)	207—210
LAMBERG, G.	Das Licht als Wachstumsfaktor	213—228
STEFFEN, H.	Die Quellmoore des Kreises Berent in Westpreussen	229—235
MEYER, F. J.	Beiträge zur Kenntnis der Leitbündel-Anatomie	235—237, 277—280
FUCHS, A. und ZIEGENSPECK, H.	Aus der Monographie des Orchis Traunsteineri Saut. .	238—248
HEMLEBEN, H.	Ueber den Kopulationsakt und die Geschlechtsverhältnisse der Zygnemales	249—259, 261—277
ONKEN, A.	Ueber die Bedeutung des Milch- und Schleimsafts für die Beseitigung des überschüssigen Calciums, ein Beitrag zur Exkretphysiologie der Pflanzen .	281—333

B O T A N I S C H E S A R C H I V .

Zeitschrift für die gesamte Botanik.

Herausgegeben von Dr. CARL MEZ,

Professor d. Botanik a. d. Univers. Königsberg

. II. Band, Heft 1.

Ausgegeben am 15. Juli 1922.

Verlag des Herausgebers, Königsberg Pr., Besselplatz 3 (an diese Adresse alle den Inhalt d. Zeitschrift betreffenden Zuschriften). - Kommission: Verlag d. Repertoriums, Berlin-Dahlem, Fabeckstr. 49 (Adresse für den Bezug d. Zeitschrift).
Alle Rechte vorbehalten. Copyright 1922 by Carl Mez in Königsberg.

Systematisch-kritische Vorarbeit für eine Monographie der Spezies Vaccinium Oxycoccus L.

Von W. GLEISBERG (Breslau).

I. EINLEITUNG.

Nachdem in Form eines Vorberichtes (1) zum erstenmale zusammenfassend über die auffallende Typenbildung bei Vaccinium Oxycoccus L. für ein kleines Areal, das anmoorige Westufer des Neuhammer-Teiches bei Proskau Oberschles. berichtet und so ein Bild von der ausserordentlichen Typenbreite der Art gegeben worden war, ist in weiteren, auf das ganze Deutsche Florengebiet ausgedehnten Untersuchungen der Typenkreis vergrössert und die Beurteilung des biologischen Wertes der Typen vertieft worden.

Durch die Mitarbeit weiter naturwissenschaftlich interessierter Kreise ist es vor allem möglich, die Frage der Typenverbreitung, die im Vorbericht problematisch war, zu beantworten und den Typenkreis zu erweitern.

Da eine gewisse Ähnlichkeit der bisher bekannten Varietäten von Vaccinium Oxycoccus mit einigen Typen besteht, müssen die Varietäten an Hand der Typenaufstellung einer Revision unterzogen werden, um sie in den Kreis der Typenbreite der Spezies Oxycoccus einzuordnen.

Dadurch wird die Frage nach der sexuellen Wertung, der eventuellen Konstanz der Typen, akut. Sie muss zunächst nach ökologischen Gesichtspunkten experimentell gelöst werden, da erst zu erweisen ist, ob die im Vorbericht beschriebenen und vorläufig als Typen bezeichneten Formen unter Veränderung der Aussenfaktoren, vor allem Boden und Witterung, individuell konstant bleiben, oder ob sie etwa besonderen Beziehungen zu Untergrunds- oder Nachbarpflanzen oder Eigentümlichkeiten der Witterung des ersten Beobachtungsjahres (1919) ihre Entstehung zu verdanken haben - die Frage der Individualkonstanz- .

Diese Untersuchungen, die sich allein auf morphologische Befunde stützen, sind dann, wenn die Typen sich als unabhängig von ökologischen Faktoren erweisen, durch anatomische und physiologische zu erweitern, um den Merkmalskomplex zu ver-

grössern, der sich auf die Merkmalskonstanz stützt, und der Frage nach dem erblichen Wert, die das letzte Ziel der Untersuchung bilden muss, eine breitere Grundlage zu geben.

Im Anschluss hieran muss, um auch die Eventualität einer Bastardierung mit Vaccinium macrocarpum Ait., die verschiedentlich in Deutschland angepflanzt wurde und zum Teil verwildert ist, besonders im Hinblick auf die grossbeerigen Formen von Vaccinium Oxycoccus (Fig. 1) zu berücksichtigen, bei den weiteren Untersuchungen Vaccinium macrocarpum miteinbezogen werden.

Erst wenn die Erblichkeits- und im Zusammenhang damit die Bastardierungsfrage entschieden ist, ist eine Wertung der Typen und damit auch eine einwandfreie Beurteilung der früher nur nach morphologischen Gesichtspunkten aufgestellten Varietäten möglich.

II. MORPHOLOGISCHER TEIL.

1. Erweiterter Typenkreis.

Die eingehendsten Spezies-Beschreibungen von Vaccinium Oxycoccus L. geben KOCH, Dendrologie (2) und KOCH, Deutsche Obstgehölze (3), WILLKOMM, Forstliche Flora (4) und vor allen J. C. LOUDON, Arboretum Britannicum (5). Doch umfasst keine der Diagnosen alle beobachteten Typen, die Formenmannigfaltigkeit wird überhaupt kaum oder nur ganz kurz gestreift. Ebenso legen sich die meisten Lokalfloren einseitig auf einen oder einige Typen fest, die in der alten Art zusammengefasst werden, weichen daher oft in der Artbeschreibung voneinander ab. Die Beziehung der 3 Varietäten: var microcarpa Turcz., var. intermedia Gray und var. citriformis Wittr. zur alten Art bzw. den aufgestellten Typen bedarf besonderer Behandlung.

Schon einige verstreute Notizen über "monströse Formen", z.B. bei WILLKOMM (4), von C. A. WEBER (6) und PLETTKE (7) sowie Abbildungen wie die birnenförmige Beere (8) und die Blattformen bei C. K. SCHEIDER (9) erklären die Differenzen in den Beschreibungen der Lokalfloren (10). Aber erst durch eingehende Untersuchungen der Moosbeerbestände verschiedener z.T. weit voneinander entfernter Lokalitäten wurde der Nachweis erbracht, dass die am Neuhammer Teich bei Proskau aufgefundenen Typen nicht auf dieses Gebiet beschränkt sind, ja dass neben ihnen an anderen Stellen noch weitere Typen vorkommen.

Fig 1
A Vacc. macrocarpum (apfelfrüchtiger Beern-Typ).
B Vacc. Oxycoccus, apfelfr. Rote.
C Vacc. Oxycoccus, hagebuttenfr. Rote.

In der auf Seite 3 gegebenen Tabelle werden einige Typenfundorte zusammengestellt. Die tabellarische Anordnung entspricht der nachher aufzustellenden Einteilung in der Übersicht des erweiterten Typenkreises.

Der Bestandsvergleich dieser aus den verschiedensten Gegenden Deutschlands ausgewählten Moore zeigt die Überlegenheit der punktierten und roten Typen über die myrtenblättrigen.

Bei keinem der genannten Moore befanden sich Pflanzungen von Vaccinium macrocarpum. Dagegen waren bei Oberförsterei Kehrberg (Pommern) und bei Forsthaus Rädnitz (bei Crossen a.d.O.) 1872 Vacc. macrocarpum-Pflanzungen dicht bei Oxycoccus-Wuchsstellen angelegt worden. Während inzwischen V. macrocarpum an beiden Orten verschwunden ist, wächst jetzt an beiden nach Mitteilungen der dortigen Floristen allein der Oxycoccus-Typ der kleinen Roten.

Entgegen den älteren Angaben über die Verbreitung von Vaccinium Oxycoccus, die Toscana als südlichste Verbreitungs-Grenze angeben, ist nach brieflichen

Mitteilungen V Oxycoccus schon seit 1865 dort verschwunden. Als südlichste Verbreitungsbezirke sind Valtellina, Trento, Friaul zu betrachten.

Im deutschen Florengebiet ist die Spezies häufig. Innerhalb der in der Literatur sehr sorgfältig z.T. kartographisch aufgenommenen Spezies-Verbreitung soll weiterhin die Typenverbreitung festgestellt werden, um nach dem Muster der folgenden Tabelle eine vergleichende Statistik der einzelnen Typen durchführen zu können.(11)

Fundort	I.			II.								
	A		B	A						B		
	a	b		a			b			a		b
				1	2	3	1		2	1	2	
							aa	bb				
Rackitt, Kr. Cammin (Pommern)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	!	-
Teufelsmoor, Spandauer Stadtforst	-	!	-	-	-	-	!	-	-	-	!	-
3 Moore b. Altdöbern	-	-	-	!	-	-	-	!	-	-	!	-
Altwarmbüchner Moor	-	-	-	!	-	-	!	-	-	-	-	--
Mühlenmoor b. Gr. Wohnste R.B. Stade	-	-	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-
Wildes Moor b. Griemhorst	-	-	-	-	-	-	-	-	-	!	-	-
Randmoore d. Auenniederung bei Ahlerstedt, Reg. B. Stade	-	-	-	-	-	-	-	!	!	-	!	-
Grundlose-Rothenstein i. Ebbegebirge (Westf)	-	-	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-
Wolfrathshausen (Bay.)	!	-	-	!	-	-	-	!	-	-	!	-
Fischbachau, Oberbay.	!	-	-	!	-	-	-	-	-	-	-	-
Graswanger Moos & Moos am Ölberg b. Oberammergau (Bayern)	-	-	-	!	-	-	-	!	-	-	!	-
Buchau a. F. Württemb.	!	-	-	!	-	-	-	!	!	-	-	-
Kaiserslautern	-	-	-	!	-	-	-	!	-	-	!	-
Idar b. Hochscheid (Hunsrück)	-	-	-	-	-	-	-	!	-	!	!	-
	3	1	1	10			3	8	2	3	9	1

Um in die Mannigfaltigkeit des aus ostpreussischen, brandenburgischen, thüringischen, hannöverschen, pfälzischen, bayrischen und andern Mooren übersandten Materials Ordnung zu bringen, werden Grund- und Nebentypen aufgestellt: Die Typen mit kugeliger Beerenform, und zwar stets die grösseren Typen sollen als Grundtypen, die sonst morphologisch ähnlichen, aber in der Beerenform abweichenden als Nebentypen bezeichnet werden.

Im Vorbericht ist diese Unterscheidung nicht gemacht worden. Zu den dort bereits beschriebenen Grund- und Nebentypen treten weitere Nebentypen, wobei zu beachten ist, dass der Grundtypus eine reine Setzung im Sinne der ideellen Morphologie ist und die Nebentypen zunächst aus morphologischen Gesichtspunkten, wie allgemeiner Habitus, Blattform und -Grösse, Blütenanordnung, Beerengrösse und -Farbe einem Grundtyp beigeordnet werden. Absichtlich wird nicht von abgeleite-

ten Typen, sondern von Nebentypen gesprochen, da in dem Begriff "abgeleiteter Typus" bereits eine Wertung liegt, deren Berechtigung erst erwiesen werden muss, während der "Nebentyp" neben dem gesetzten "Grundtyp" nur die augenscheinliche Zusammengehörigkeit ausdrückt.

Trotzdem Material von über 20 verschiedenen Mooren verarbeitet wurde, ist es nicht angebracht, die Typenübersicht als endgiltig zu betrachten, vielmehr soll sie nur zur weiteren floristischen und experimentell-systematischen Arbeit anregen.

I. Überwiegend aufrecht-sparriger Wuchs, kriechende Stengel steifrankig; Blätter myrtenähnlich derb, bis ca. 10 mm lang (auf die Blattgrösse als systematisches Kriterium wird später zurückgekommen), breit-oval, zugespitzt; Blüten doldenähnlich angeordnet, zu 2 - 12 und mehr am Triebende, selten seitenständig, hellrosa bis weisslich; Beeren dunkel blaurot, in grösserem Büschel endständig, mit Wachsüberzug mindestens am Kelchkrönchen.

A Stegelnabel eingesenkt.

1. Weniger sparriger Habitus; Blätter ca. 10 mm lang; Beeren ca. 10 mm Durchmesser; Wachs nur am Kelchkrönchen. Grundtyp: Grosse Myrtenblättrige.
2. Kriechende Zweige selten; Blätter ca. 5 mm lang; Beeren ca. 6 mm Durchmesser, völlig mit Wachs überzogen. 1. Nebentyp: Kleine Myrtenblättrige.

B Stengelnabel ausgezogen; Kelchkrönchen ausgezogen; Zweige und Blätter wie I A 1; Beerendurchmesser ca. 6 mm, Länge ca. 9 mm:

2. Nebentyp: Hagebuttenfrüchtige Myrtenblättrige.

II. Kriechender Wuchs; Blätter 2 - 15 mm lang; Blüten selten doldenähnlich, Triebendständig, gewöhnlich einzeln, seitenständig, hell - dunkelrot; Beeren ohne Wachsüberzug oder Wachs am Kelchkrönchen.

A Blätter dunkelgrün, derb; Blüten dunkelrot; Beeren fein braunrot punktiert.

1. Stengelnabel eingesenkt.
   a. Blätter ca. 6 mm lang, schmal; Beerendurchmesser ca. 10 mm, Grundfarbe kupferbraunrot. Grundtyp: Grosse Punktierte (12).
   b. Blätter- und Beerendurchmesser wie a.; Grundfarbe der Beeren dunkelrot, blaurot punktiert; Wachs am Kelchkrönchen. 1. Nebentyp Dunkle, grosse Punktierte.
   c. Blätter ca. 2 mm lang, schmal; Beerendurchmesser ca. 4 mm, Grundfarbe kupferbraunrot: 2. Nebentyp: Kleine Punktierte.
2. Stengelnabel ausgezogen.
   a. Kelchkrönchen nicht ausgezogen; Blätter wie II. A. 1. a.
      § Stengelnabel allmählich breit ausgezogen; Beerendurchmesser 6 - 10 mm, Länge 8 - 12 mm. 3. Nebentyp: Breitbirnenförmige Punktierte.
      §§Stengelnabel ohne Übergang verschmälert-ausgezogen. 4. Nebentyp: Schmalbirnenfrüchtige Punktierte.
   b. Kelchkrönchen ausgezogen; Blätter wie II. A. 1. a; Beerendurchmesser ca. 6 mm, Länge ca. 9 mm: 5. Nebentyp: Hagebuttenförmige Punktierte.

B Blätter hellgrün, zarter; Blüten hellrot; Beeren rot, auch weiss und rot gefleckt.

1. Stengelnabel eingesenkt.
   a. Blätter schmal, bis 15 mm lang; wenig Blüten, einzeln, gewöhnlich seitenständig, gross; Beeren apfelförmig, Durchmesser bis 15 mm: Grundtyp: Apfelfrüchtige Rote (13).
   b. Blätter breit oval, ca. 2 - 5 mm lang; Blüten end- und seitenständig; Beerendurchmesser 5 - 10 mm: 1. Nebentyp: Kleine Rote.
2. Stengelnabel und Kelchkrönchen ausgezogen; Blätter und Blüten wie II. B. 1. a; Beerendurchmesser 6 - 10 mm, Länge 9 - 17 mm: 2. Nebentyp: Hagebuttenfrüchtige Rote (14)

Dadurch, dass auch von Vaccinium Oxycoccus eine hellfrüchtige Spielart, V. O. var. leucocarpa Aschers. & Magnus (15) bekannt ist, käme hierzu ein weiterer Nebentyp, sodass für die Beeren von V. Oxycoccus die Farbenskala: Weiss, rot, weiss

und rot gefleckt, dunkelblaurot, dunkelblaurot punktiert und kupferbraunrot punktiert aufzustellen ist.

Die Typenübersicht stellt die hartlaubigen, sparrig verzweigten und aufrechten Typen den weniger derb bis zartlaubigen, rankenden gegenüber und stützt sich ausserdem auf Grösse der Blätter, Grösse und Farbe der Blüten, Grösse, Farbe und Gestalt der Früchte.

2. Kritik der Oxycoccus-Varietäten.

Nach den ebengenannten Kriterien wurde auch eine Untersuchung der im Berliner und Breslauer Universitäts-Herbar vorhandenen Exemplare von Vaccinium Oxycoccus vorgenommen. Im Zusammenhang damit wurden die bisherigen Anschauungen über den Formenkreis Vaccinium Oxycoccus, also unter Einbeziehung der bereits genannten Varietäten, unter dem Gesichtspunkt des morphologischen Vergleichs mit den hier aufgestellten Typen einer Revision unterzogen. Diese Revision hat nur soweit Selbstzweck, als sie erstens den Befund der weiten Verbreitung der Typen zu stützen geeignet ist und zweitens zu systematisch-theoretischen Betrachtungen Veranlassung gibt.

Die var. microcarpa (16) ist von TURCZANINOW (17) aufgestellt und einer var. pusilla Dunal (18), die in Litauen und Kurland vorkommen soll, gleichgestellt (19) worden. Sie wächst nach TURCZANINOW mit der typischen V. Oxycoccus vermischt, aber in verschiedenen Rasen ohne verbindende Ranken (ebenso wie die hier aufgestellten Typen) und unterscheidet sich nach TURCZANINOW vor allem durch zarteren Bau der Gesamtpflanze, einschliesslich der Blüten und Früchte, von der typischen V. Oxycoccus. Daneben wird als spezifisches Merkmal die Nichtbewimperung der Kelchblätter am Rande angegeben.

Die Untersuchung des Herbar- und lebenden Materials hat aber ergeben, dass weder die Bewimperung der Kelchblätter als Merkmal von V. Oxycoccus typ., noch das Fehlen der Bewimperung als Merkmal für die var. microcarpa (hier musste sich die Untersuchung auf Herbarmaterial beschränken) gelten kann, da bei beiden von bewimperten zu unbewimperten alle Übergänge vorhanden sind. Dagegen stimmen die in den Herbarien (20) unter var. microcarpa geführten Exemplare in ihrem Wuchs, ihrer Blattform und -Grösse und Blütengrösse und -Farbe teils mit der kleinen Punktierten, teils der Kleinen Roten überein. Wenn das einzige qualitative Kriterium der Varietät, die Bewimperung, nicht als Variationskennzeichen anerkannt werden kann, bleiben nur die Kriterien der quantitativen Diagnose.

Fig. 2. Nach Berliner Herb.-Material.

Mit welcher Vorsicht eine rein quantitative Unterscheidungsdiagnose, z.B. Angaben über Blattgrösse oder gar die zahlenmässige Anordnung der Nervatur aufzunehmen sind, zeigt die Bemerkung von WILLKOMM (4), dass die Oxycoccus-Blätter 7 - 9 mm lang, 3 - 5 mm breit sind. Demgegenüber muss für die Gesamtheit der Typen, die die alte Spezies V. Oxycoccus umfasst, die Länge von 2 - 15 mm, die Breite von 1 - 7 mm schwankend angegeben werden, ohne dass hier auf diese Grössenverhältnisse mehr Gewicht gelegt wird, als dass z.B. die kleine Rote und die kleine Punktierte Typen mit mittelgrossen, die apfelfrüchtige und die hagebuttenfrüchtige Rote Typen mit stets grossen Blättern innerhalb der angegebenen quantitativen Variationsbreite des Oxycoccus-Blattes darstellen. Also eine gewisse Bedeutung wird quantitativen Befunden auch hier beigemessen.

Unzulänglich ist auch die Angabe von KOCH (3), dass bei V. Oxycoccus der Mittelnerv nur 3 oder 4 Äste in wagrechter Ricgtung entsendet, bei V. macrocarpum wenigstens 6. Dagegen sind bei V. Oxycoccus auf derselben Pflanze die verschiedensten Zahlen von 3 - 9 festgestellt, bei V. macrocarpum nicht unter 4, aber ebenfalls bis 9. Eine gewisse Konstanz weisen die verschiedenen Typen insofern

auf, als die Variationsbreite der Nervenzahl bei den kleinen Typen mehr absteigend, bei den grossen mehr ansteigend schwankt.

Die Aufstellung der var. intermedia ist von GRAY (21) erfolgt. Die Blätter bezeichnet er als eiförmig bis elliptisch, meist abgestumpft ("from ovate to oblong, mostly obtuse"). Während alle anderen sonst angegebenen Merkmale ebenso der alten typischen Oxycoccus-Form eignen, scheint das "abgestumpft" überhaupt von V Oxycoccus weg zu V. macrocarpum mit seinen an der Spitze abgerundeten Blättern zu führen, und die Vermutung C. K. SCHNEIDER's (9), dass die var. intermedia Gray dem Bastard Vaccinium Oxycoccus x macrocarpum entspricht, ist, sofern dieser nicht problematisch ist, nicht von der Hand zu weisen. Ein Herbarblatt von V. Oxycoccus var. intermedia Gr. (ex herb. Geol. Surv. Canada, Skagitt Valley), dem Berliner Herbar entnommen, weist u.a. die Pflanze Fig. 1 (Abbildung 3) auf, die in ihrem Habitus durchaus den grossblättrigen einheimischen Typen entspricht und keine abgestumpften Blätter zeigt, wie aus der Gegenüberstellung der Variationsbreite des Intermedia-Blattes (Fig. 2, Abbild. 3 oben) und eines grossblättrigen Oxycoccus-Typs (2, unten) zu ersehen ist.

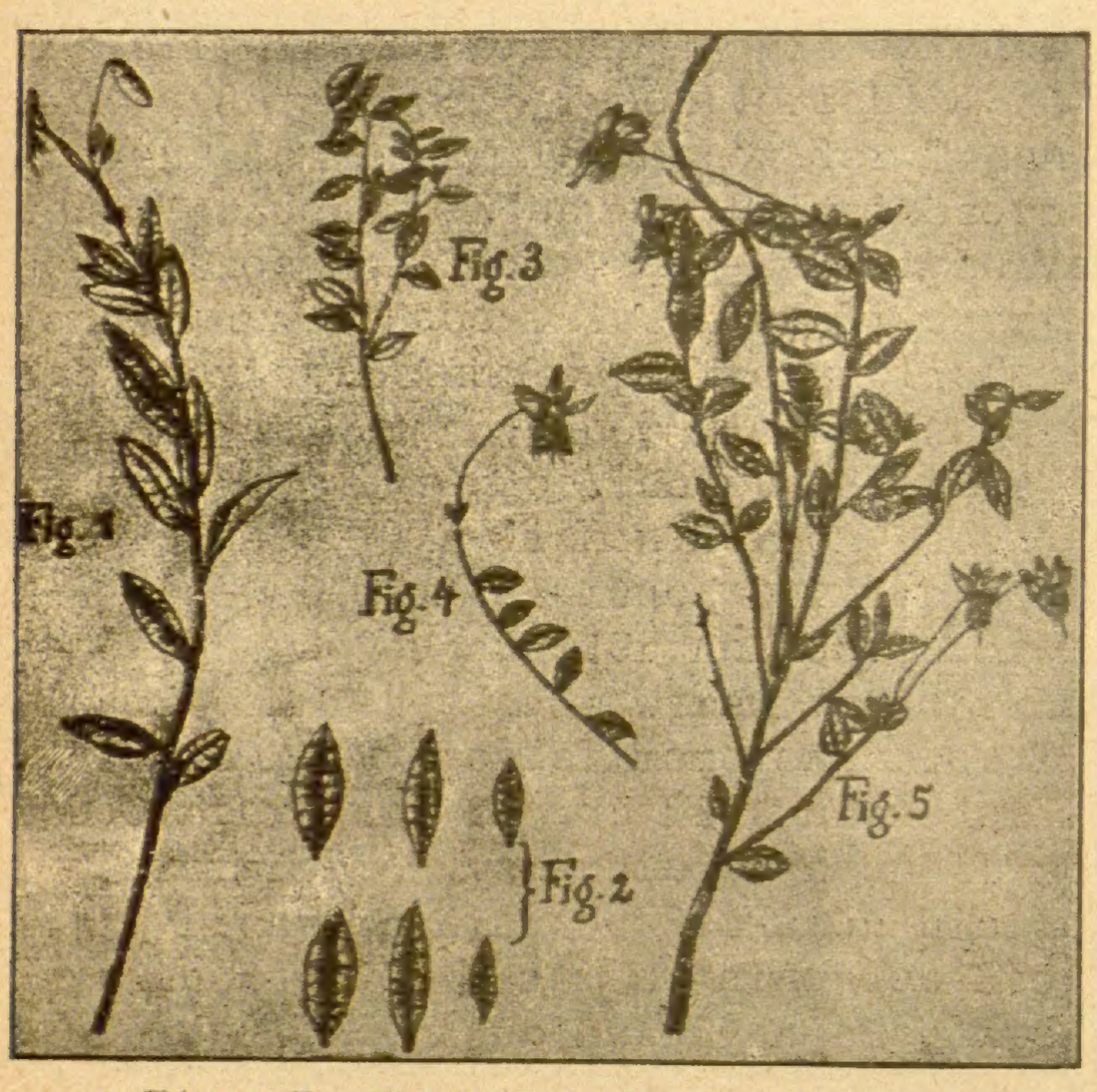


Fig. 3. Nach Breslauer Herbarmaterial (wie Fig. 2= 3/4 Nat. Grösse).

Noch klarer liegt die Übereinstimmung der var. citriformis Wittr. mit einem grossblättrigen Typ, und zwar der hagebuttenförmigen Roten. Nach WITTROCK ist die var. citriformis, die an einigen Stellen Schwedens festgestellt worden ist, "baccis oblongo-citriformibus, longitudine (12 - 17 mm) fere duplo majore quam crassitudine (6,5 - 9 mm)", und diese besondere Beerengestalt ist das einzige Unterscheidungsmerkmal.

Wenn var. microcarpa Turcz., var. intermedia Gray und var. citriformis Wittr. als konstante Formen von einer Stammform V. Oxycoccus abgesondert werden sollen, dann genügen die dafür angegebenen Unterscheidungsmerkmale, auch die qualitativen, nicht, solange nicht erwiesen ist, dass die Merkmale konstant sind. Es genügt aber dann auch nicht, dass, wie WITTROCK berichtet, bei 20 Jahre dauernder Beobachtung "die Form der Beeren sich völlig konstant erhalte". Diese Konstanz berechtigt noch nicht zum Aufstellen einer Varietät. Die lokale Beschränkung der Konstanz kann auf spezifische Einflüsse des Standortes zurückzuführen sein.

III. ÖKOLOGISCHER TEIL.

Die am Neuhammer-Teich 1919 gefundenen Beerentypen, von denen eine genaue Übersichtskarte (Ausschnitt aus der Karte Fig. 4, Seite 7) aufgenommen worden war, sind 1920 an denselben Stellen wieder aufgetreten. Sie erscheinen also örtlich konstant zu sein, soweit eine in so kurzem Zeitraum durchgeführte Beobachtung überhaupt als Beweis gelten kann. Hierbei ist nur das Kennzeichen der differenten Beeren-Ausbildung berücksichtigt.

Wichtiger aber ist, dass ein Verpflanzen der Neuhammer-Teich-Typen zu keiner morphologischen Änderung geführt hat: Habitus, Grösse und Gestalt der Blätter, Grösse und Farbe der Blüten, Grösse und Farbe der Beeren sind in anderem Boden dieselben geblieben. Somit wurde in den Grenzen der Versuchsanordnung die I n d i v i d u a l k o n s t a n z erwiesen.

Pflanzen aller Typen wurden im Spätsommer (1919) in Glasschalen im Laborato-

rium in einheitlichen Sphagnum-Untergrund und im Frühjahr in Heideerde ins Gewächshaus verpflanzt Sie blühten und fruchteten ihrem Typ entsprechend. Dem Einwand, dass die Blüte schon im vergangenen Jahr unter den anderen Bodenverhältnissen angelegt war, dass der Versuch also nicht beweisend sei, ist entgegen zu halten, dass auch das Blatt der im Gewächshaus stark treibenden Sprosse 1. und 2. Ordnung dem Typ entsprechend blieb, dass auch angedrückte Seitensprosse, die Wurzeln trieben und dann von der Usprungspflanze getrennt wurden, typisch weiter sprossten, ja sogar vereinzelt eine zweite Blüte in typischer Form gebildet haben.

Parallel zu diesem Versuch wurden alle Typen des Neuhammer-Teich-Geländes an einer feuchten Gartenstelle in gute Gartenerde ausgepflanzt. Von ihnen gilt dasselbe wie von den Pflanzen im Gewächshaus, mit dem Unterschied, dass sie nicht so stark sprossten.

Fig. 4. Ausschnitt aus dem Oxycoccus-Bestand des Neuhammer-Teichs

Das örtlich gemeinsame Vorkommen verschiedener Typen (wie am Neuhammer-Teich) lässt die Annahme einer Verschiedenheit der ökologischen Bedingungen auf engbegrenztem Raum zu, der die Typen ihre Existenz zu danken hätten - freilich eine bei dem engen Nebeneinander wenig berechtigte Annahme. Zwei wichtige Faktoren, die Feuchtigkeit und der Untergrund, wurden durch das Verpflanzen für alle Typen derart gleich gemacht, dass eine Reaktion hätte eintreten müssen, wenn dieselben Faktoren in anderer Form oder Intensität einen Typ bedingt hätten. Eine Reaktion wurde nirgends beobachtet, die Pflanzen behielten ihren naturwüchsigen Typen-Charakter. Bezüglich der vereinheitlichten Faktoren ist durch die Verpflanzungsversuche somit erwiesen, dass die Typenbildung nicht durch eine weitbegrenzte Platizität der im plasmatischen Chemismus der Spezies V. Oxycoccus begründeten formbildenden Elemente als direkte Antwort auf bestimmte äussere Einflüsse zu erklären, also in diesem Sinn nicht lokal bedingt ist, dass z.B. auch (wie die Beobachtungen in mehreren Mooren gezeigt haben) Untergrundsmoose weder direkt einen Typ so beeinflussen, dass er überhaupt nur an ein bestimmtes Moos gebunden aufträte, noch indirekt entsprechend ihren Anforderungen an Boden, Feuchtigkeit, chemische Eigenschaft des Wassers etc als Indikatoren für bestimmte Typen gelten könnten.

Die in diesem Jahre angestellten floristischen Untersuchungen mehrerer Moore sowie die Umfragen haben gezeigt, dass am natürlichen Standort alle typischen Moorpflanzen als Begleitpflanzen aller Typen von V. Oxycoccus enzusprechen sind, so namentlich Drosera rotundifolia, D. intermedia, Andromeda pelifolia, Ledum palustre Malaxis paludosa, Menyanthes trifoliata, Comarum palustre u.a. Irgendwelche besondere Biocönosen sind nicht festgestellt worden, mithin fällt auch die im Vorbericht ausgesprochene Vermutung, dass die kleine Punktierte an Dieranum gebunden ist, fort.

Im Verein mit dem Wiederauftreten derselben Typen an den im ersten Beobachtungsjahr fixierten Stellen des anmoorigen Teichufers sind die Versuche auch erweisend für die Konstanz gegenüber dem ökologischen Faktor der Witterung und Belichtung.

Die im Zimmer überwinterten und dann im Glashaus kultivierten Pflanzen haben denselben Typ-Charakter behalten wie die während der grössten Teile des Tages beschatteten im Garten und wie die Pflanzen des natürlichen Standortes.

IV. ANATOMISCHER TEIL.

Die anatomische Untersuchung der Typen ergab eine weitgehende Übereinstimmung. Ihre Ergebnisse haben jedoch nur soweit Bedeutung für die Klärung unserer Fragen, als entweder eng umschriebene quantitative oder qualitative Unterschiede auftreten oder wenigstens der Vergleich zahlreicher Exemplare desselben Typs Durchschnittswertungen gestattet, in ähnlicher Weise, wie das bereits für die Verteilung des kleinen, mittelgrossen und grossen Blattes auf die einzelnen Typen gesagt wurde. Es gehört dann zu der Konstanz eines Typs, dass alle derart umschriebenen Merkmale in den bestimmten Grenzen an demselben Exemplar sowohl wie an verschiedenen stets wieder auftreten. Wieoft die später zu nennenden unterscheidenden Merkmale dieser Forderung gerecht werden, lässt sich allein mit morphologischem, ökologischem oder anatomischem Rüstzeug nicht entscheiden. Es ist wohl möglich, dass sich z.B. in der weiteren Untersuchung 4 oder 5 als verschieden gewertete Typenmerkmale in 2 oder 3 erweiterte Kreise zusammenfassen lassen. Es gilt nur, alle Kennzeichen jedes Typus herauszustellen, um den Typus als Merkmalskomplex festzuhalten.

1. B l a t t a n a t o m i e .

a. Allgemeine anatomische Artdiagnose.

Bevor auf die anatomischen Besonderheiten im Blatt der einzelnen Typen näher eingegangen werden kann, müssen einige Differenzen allgemeinerer Bedeutung der jetzigen Befunde gegenüber früheren klargestellt werden. Dabei muss auch Vaccinium macrocarpum berücksichtigt werden.

In seinem anatomischen Bestimmungsschlüssel stellt NIEDENZU (22) für Oxycoccus palustris Pers. (= Vaccinium Oxycoccus L.) und O. macrocarpus Pers. (= V. macrocarpum Ait.) folgende Diagnosen auf:

"1. Obere Epidermiszellen niedrig, wenigstens 2mal so breit als hoch. - Palissadenzellen und Gefässbündel etwa doppelt so hoch als breit. - Am Rande wenige lange Deckhaare, keine Drüsenhaare: Oxycoccus palustris.

2. Obere Epidermiszellen fast ebenso hoch als breit. - Palissadenzellen und Gefässbündel fast ebenso breit als hoch. - Wenige kleine Drüsenhaare am Rande: Oxycoccus macrocarpa."

Für die Prüfung dieser Angaben, für die nur frisches, kein Herbarmaterial benützt wurde, standen von Oxycoccus die aufgefundenen Typen von mannigfachen Standorten, von macrocarpum eine vor dem Jahr 1893 auf dem Gelände der Lehranstalt für Obst- und Gartenbau in Proskau angelegte V. macrocarpum-Pflanzung und Material aus den Kulturen von HELLEMANN-Bremen zur Verfügung.

Bei der Aufstellung der Epidermistypen praecisiert NIEDENZU seine Auffassung von den Epidermiszellen von V. macrocarpum näher, indem er sie dem Typ 4 zuteilt, der sich durch hohe und enge, mehr oder weniger dickwandige Zellen auszeichnet. Die Entwickelung dieses Typus geht so weit, wie NIEDENZU sagt, "dass die Epidermiszellen höher und etwa ebenso eng, wie die anliegenden Palissadenzellen werden....". SOLEREDER (23) übernimmt diese Charakteristik "Palissadenartig gestaltet und dabei dickwandig" für V. macrocarpum neben einigen anderen Vaccinieen.

Während nun die Gesamtheit der Oxycoccus-Typen unter NIEDENZU's Diagnose mit einigen erweiternden Vorbehalten zu stellen sind, entsprechen die Querschnittsbilder der macrocarpum-Epidermis in keiner Weise der Diagnose, die in dem Bestimmungsschlüssel nicht so auffällig wäre, wenn der bestimmte Vergleich mit Palissadenzellen nicht vorausgegangen wäre, wohl aber der Oxycoccus- (palustris-) Diagnose (vergl. Abbildung 10), wobei, wie später gezeigt wird, eine Eingruppierung in die Erweiterung der Diagnose nach den besonderen Merkmalen der Typen möglich ist.

Eine Erklärungsmöglichkeit für den Befund NIEDENZU's wäre, dass ihm zur Un-

tersuchung nur amerikenisches Material vorgelegen hat. Wenn aber unter den freilich wenig veränderten Standortsverhältnissen in Deutschland eine Umänderung des ursprünglichen macrocarpum-Typus vor sich gegangen ist, dann wäre das anatomische Merkmal der Epidermis-Ausbildung nicht zu den Organisations- oder phyletischen Merkmalen (24), sondern den Anpassungs- oder epharmonischen Merkmalen zu rechnen (falls man diese Einteilung als zu Recht bestehend ansieht), wäre also nicht zur Artcharakteristik zu verwenden.

Ebenso liegt das bei den unterscheidenden Kennzeichen der Palissadenzellen und Gefässbündel (Abbild 10), bei denen nur ein einziger Typus für V. Oxycoccus und V. macrocarpum gefunden werden konnte. Dieser Typus entspricht auch hier dem Oxycoccus- (palustris-) Typus der NIEDENZU'schen Diagnose und gestattet eine Gliederung, in die V. macrocarpum in bestimmt umschriebener Weise einbezogen werden kann.

Nach NIEDENZU's Erklärung der Begriffe: Deck- und Drüsenhaar, die das physiologische Moment, das besonders in der Bezeichnung Drüsenhaar liegt, stark zurücktreten lässt und vor allem nach morphologisch-anatomischen Befunden gruppiert, sind sicherlich langgestreckte, englumige "Deckhaare" bei V. Oxycoccus wie bei V macrocarpum, bei beiden am Blattrand, z.T. in bestimmten Zonen des Randes, etwa der Basis oder Spitze des Blattes, lokalisiert, ausserdem aber auch bei beiden voluminösere Haargebilde vorhanden, die den Abschluss der Randzähne darstellen, bzw. diese selbst, die aber nicht als Drüsenhaare bezeichnet werden können, wenn nicht die rot bzw. braunrot gefärbte Gerbstoffeinlagerung in den Wandungen der Haarkopfzellen als Ergebnis eines Vorgangs innerer Sekretion aufgefasst wird. (Bei jüngeren derartigen Haargebilden, die gewöhnlich rot gefärbt sind, könnte gemäss STAHL (25) in der Rotfärbung ein Kriterium für den drüsigen Charakter erblickt werden. Ausscheidung wurde aber auch bei jungen Blättern nie beobachtet). "Wenige kleine dünne Drüsenhaare" am Blattstiel konnten bei den untersuchten macrocarpum-Blättern nicht gefunden werden.

Die "Deckhaare", und zwar sowohl die transitorischen wie die persistenten (26) können bei V. Oxycoccus und V. macrocarpum in fusslose einzellige (Abbild. 5) und mehrzellige mit in die Epidermis eingesenktem Fuss (Abb. 6), der die Entstehung aus einer Epidermiszelle erkennen lässt, unterschieden werden, wobei die Fuss-Deckhaare überwiegen. Zwischen diesen und voluminösen randzahnähnlichen Haaren besteht offenbar ein genetischer Zusammenhang. Während nämlich die mehrzelligen Haargebilde im Allgemeinen in gegenseitig entsprechender Anordnung - nach Art von Randzähnen - zu 2 bis 3, auch 4, jederseits der Blattspreite am Rande auftreten, wurden Fälle einer Anhäufung von "Deckhaaren" an einer einem Zahngebilde entsprechenden Stelle (Abb 7), die gegenseitig auch durch einen "Randzahn" gekennzeichnet war, beobachtet, sodass es nahe liegt, den Epidermiszellen, aus denen die Zahnhaare hervorgehen, die Fähigkeit zur Bildung beider Haarformen, der einfachen und der voluminösen, zuzusprechen und die voluminösen "Deckhaare" zu betrachten. Dann wäre (das einer ausgewachsenen Epidermiszelle gleichzusetzen ist) über das mehrzellige, pfriemliche Fusshaar und die Anhäufung mehrerer 2- oder mehrzelliger pfriemlicher Fusshaare bis zum voluminösen

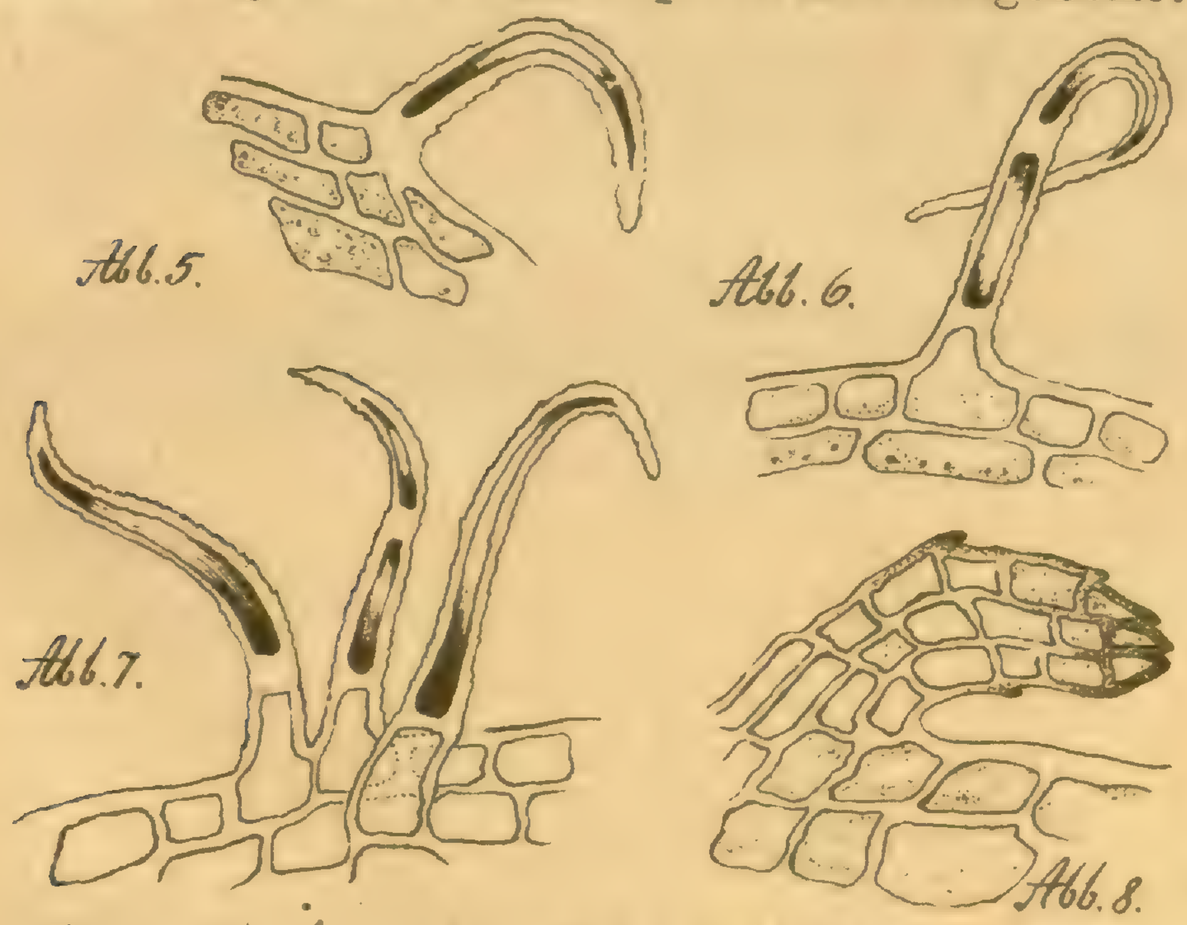


Fig. 5. (Abbildung 5 - 8): Abb 5 Fussloses Rand-Deckhaar; 6 Fuss-Deckhaar; 7. Gruppe von Fuss-Deckhaaren; 8 Randzahn-Haar. Leitz Oc. 5, Obj 6

Haare (Abb. 8) als Verwachsung einfacher

Zahnhaar eine Reihe denkbar, die freilich noch des ontogenetischen oder experimentellen Beleges bedarf.

Im Hinblick auf diese Einschränkungen der NIEDENZU'schen Diagnose, die zunächst für die Wertung von V. macrocarpum von Bedeutung sind, sind die anatomischen Merkmale des V Oxycoccus-Blattes für alle Formen der alten Gattung Oxycoccus (nach NIEDENZU; Drude (27) rechnet auch V. erythrocarpum Mchx. zur Untergattung Oxycoccus) giltig.

b. Das Epidermalgewebe.

In der Ausbildung der Cuticula erwartet man entsprechend der Konsistenz des Blattes grosse Verschiedenheit. Die Dicke der Cuticula der Grundtypen schwankt auch in verhältnismässig weiten Grenzen:

I. Grosse Myrteblättrige: 10 - 11
II. " Punktierte: 6 - 6,5 (Durchschnittswerte)
III. Apfelfrüchtige Rote: 15 - 17

Diesen Werten gegenüber bleibt die Dicke bei den Nebentypen des Grundtyps ungefähr in denselben Grenzen, zeigt dagegen bei II steigende Tendenz, die bei der kleinen Punktierten mit 9,5 - 10 ihre stärkste Entwickelung erreicht; die des Grundtypus III fällt bis 9 - 9,5 bei der kleinen Roten und ist die gleiche (15 - 17 mikr.) bei Vaccinium macrocarpum, das also hiernach dem Grundtyp III angegliedert werden könnte.

Während im allgemeinen von der Dicke der Cuticula auf Einfluss gewisser ökologischer Faktoren geschlossen wird, lässt sich hier keine derartige Parallele ziehen, wohl aber blieb bei den unter veränderten Bedingungen kultivierten Versuchspflanzen die für den Typ festgestellte Dicke der Cuticula dieselbe; die Versuchsanordnung hat - gewissermassen als Stichprobe - den wichtigsten der Cuticula-Änderung als beigeordnet geltenden Faktor, die Feuchtigkeit, berücksichtigt. Es bleibt dahingestellt, ob nicht doch andere Bedingungen für eine Dickenänderung zu finden wären.

Auch für die mehr oder minder starke Behaarung ist es üblich, korrespondierende ökologische Faktoren zu suchen. Da auch hierin die Versuchspflanzen desgl. die aus den horizontal und vertikal verschiedensten Gegenden stammenden Untersuchungspflanzen sich bei den einzelnen Typen in annähernd konstanten Grenzen bewegten, wird auch dieses Merkmal ohne die übliche Parallele dem Merkmalskomplex des Typus eingereiht, wobei nichts darüber ausgesagt wird, ob sein Ursprung nicht doch im Zusammenwirken eines Aussen-Faktors mit der innern Konstitution des Typus oder aus einer bestimmten Konstitution allein zu erklären sein wird.

Nach dem Auftreten von Stengelbehaarung und der erwähnten pfriemlichen und Zahnhaare am Blattrand ist folgende Gruppierung der Typen möglich:

A 1 - 2-jährige Stengel stark behaart.
  I Ältere Blätter mit mehr oder weniger zahlreichen pfriemlichen Haaren.
    a 2 - 3 dicke (ca. 40 mikr.) Zahnhaare, pfriemliche Haare am Rand der Spreitenbasis: Gr., Kl und hagenbuttenf. Myrtenblättrige
    b 3 - 4 weniger dicke (ca. 25 mikr.) Zahnhaare, pfriemliche Haare am Rande der Spreitenbasis und -Spitze zahlreich, stellenweise auch am übrigen Blattrand: Apfelfr und hagenbuttenfr
  II Ältere Blätter ohne oder selten mit wenigen Rote.
    pfriemlichen Haaren, dagegen in Knospenlage transitorische Randhaare.
    a Meist nur 2 Zahnhaare: Kleine Punktierte.
    b Drei Zahnhaare: Gr., breit- und schmalbirnenfr, Hagebuttenfrüchtige Punktierte.

B 1-jährige Stengel oft wenig oder garnicht behaart, pfriemliche Haare auch an den Blättern in Knospenlage selten; 2 Zahnhaare: Kleine Rote.

Als oberstes Einteilungsprinzip wurde die Behaarung 1 - 2-jähriger Stengel gewählt. Erinnert man sich der geringen Behaarung der var. microcarpa, die im morphologischen Teil als der kleinen Roten bzw. kleinen Punktierten nahestehend bezeichnet wurde, so scheint diese Varietät, wenn die allgemein geringere Behaarung zum Masstab genommen wird, der kleinen Roten am nächsten zu stehen.

Vaccinium macrocarpum gehört nach der Randbehaarung der Blätter (meist 4 Zahnhaare und pfriemliche Haare gewöhnlich an der Spitze zahlreich, sonst selten) neben die apfelfrüchtige Rote.

c. Das Assimilations- u. Durchlüftungsgewebe.

Grosse Gleichmässigkeit herrscht bei sämtlichen Oxycoccus-Typen, auch bei V. macrocarpum, bezüglich der Breite der Palissadenzellen. Auf 50 mikr kommen durchschnittlich 3 Zellen. Die Länge der Zellen schwankt, lässt aber auch Typen-Gegensätze hervortreten. Sie beträgt bei:

Kleine Punktierte	ca. 43 mikr
Grosse, kl. und hagebuttenfr. Myrtenbl.	ca. 46 "
Gr. Punktierte und kl. Rote	ca. 49 "
Apfelfr. und hagebuttenfr. Rote	ca. 66 "

Die Zuordnung der Palissadenzellänge zur Belichtungsgrösse ist bei der Gleichartigkeit des Belichtungsfaktors am natürlichen Standort nicht möglich.

Die Länge bei Vaccinium macrocarpum schwankt zwischen 43 und 66 mikr, wobei einer Form von macrocarpum mit hagebuttenförmigen Früchten die kleineren, einer apfelfrüchtigen die längsten Palissadenzellen zukommen.

Auch in der Anzahl der Palissadenreihen unterscheiden sich die Typen. NIEDENZU (22) sagt über diesen Punkt und über den vorigen: "Die Zahl und innerhalb gewisser Grenzen auch die Höhe der Palissadenschichten ist bei derselben Art, ja Sektion und Gattung, falls diese nur relativ wenige, nicht sehr differente Arten zählt, ziemlich konstant". So wie (die Gesamtheit der Oxycoccus-Typen als Art zusammengefasst) die Höhe der Palissadenzellen, und zwar der obersten subepidermalen Schicht, differiert, ist auch die Anzahl der Schichten zwischen 1 - 3 verschieden. Das würde NIEDENZU's Satz widersprechen. Die Verschiedenheit ist nun nicht wahllos auf alle Typen verteilt, sondern gestattet, den Merkmalskomplex der einzelnen Typen zu erweitern.

Den Myrtenblättrigen mit einer Palissadenschicht (Abb. 9), unter der nur selten die Sammelzellen einen palissadenähnlichen Charakter annehmen, stehen die Punktierten mit 2 Schichten, deren zweite lockerer gebaut ist und aus dicker umhäuteten Zellen besteht, und die Roten mit 2 - 3 Schichten (Abb. 10) gegenüber.

Daraus, dass er bei Vaccinium Myrtillus zwei Typen von Assimilationssystemen findet, ersieht NIEDENZU, "wie sehr die Ausbildung des Assimilationssystems von dem individuellen Standort abhängen mag", gesteht freilich zu, dass die Art der Abhängigkeit aus Herbarmaterial nicht ersichtlich ist. Bei den Typen von V. Oxycoccus ist keine "Art der Abhängigkeit", nicht einmal in Form einer Parallelität gewisser ökologischer Momente zu den anatomischen festzustellen (28), ja man könnte aus der Eigentümlichkeit der Ranken der apfelfrüchtigen und hagebuttenfrüchtigen Roten, im Moos verborgen zu bleiben, also in herabgesetzter Belichtung zu leben, zu einem entgegengesetzten Schluss kommen wie NIEDENZU, der sagt "Bei zunehmender Lichtintensität und direkter Besonnung nimmt ebenso wohl die Streckung der Palissadenzellen, wie ihre Zahl von der Oberfläche her immer mehr zu.... ". Aber bei der Gleichartigkeit der Lichtintensität z.B. eines fast völlig schattenlosen Moorgeländes muss wohl, wenn die Gestaltung der Palissadenzellen nur unter Mitwirkung äusserer, und zwar von Belichtungsfaktoren, denkbar ist, der Hauptwirkungsfaktor in dem Pflanzentyp selbst gesucht werden, sodass das Ergebnis, die bestimmte Palissadenzelle oder das bestimmt angeordnete Assimilationssystem mehr zum typ-eigenen Merkmalskomplex als in den ökologischen Wirkungsbereich, zu dem ja nicht nur die Lichtintensität gehört, zu zählen ist.

Auch das Schwammparenchym ist nicht gleichartig, ist dichter z.B. bei den

Myrtenblättrigen und lockerer bei den übrigen, am lockersten bei der apfelfrüchtigen und hagebuttenförmigen Roten, bei denen die Schwammparenchymzellen auch dickwandiger sind.

Vielleicht in Korrelation hierzu steht die Ausbildung und Zahl der Spaltöffnungen. Länge und Breite der Schliesszellenpaare ist bei den Grundtypen, denen die entsprechenden Nebentypen annähernd gleichen, folgende:

	Breite	Länge
I. Gr. Myrtenblättrige	23 mikr.	26 - 27 mikr.
II. Gr. Gefleckte	16,5-20 "	26 "
III. Apfelfr. Rote	16,5-20 "	20 - 27 "

Auf 100 mikr. entfallen bei:

I. 5 - 6 Spaltöffnungen
II. 7 - 10 "
III. 7 - 9 " (bei hagebuttenfr. und kl. Roter 10 - 12).

Die Wände der Epidermiszellen der Blattunterseite, auf der allein sich Spaltöffnungen befinden, sind im allgemeinen gleichmässig dick, nur bei den Myrtenblättrigen häufiger dicker (Abb. 11). Die Längsaxe der Spaltöffungen ist gleichgerichtet, etwa parallel dem Hauptnerv, und die Anordnung gewöhnlich bei den Roten auch in den Abständen sehr regelmässig (Abb. 12) Die der Punktierten stehen unregelmässig, wobei auch die weniger gefalteten Nebenzellen grosse Unregelmässigkeiten aufweisen (Abbildung 13).

Es bestätigt sich hier, was NIEDENZU über die Spaltöffnungen sagt: "Die Spaltöffnungen sind umso zahlreicher, je kleiner die einzelnen Spalten, je stärker die Cuticula, je mächtiger das Assimilationssystem ist" bis auf den Punkt der Spaltengrösse. Der Anzahl der Spaltöffnungen spricht NIEDENZU systematischen Wert ab, während er Volumen, Höhe, Oberflächen- und Querschnittsform für systematisch verwertbar hält.

Bei der Untersuchung von Querschnitten ergab sich, dass die Schliesszellen der Myrtenblättrigen und Punktierten infolge ihrer schrägen Anlage (Abb. 14 und 15) mehr an die Oberfläche treten als die der Roten, die in ihrer Längsaxe bei der kleinen Roten fast

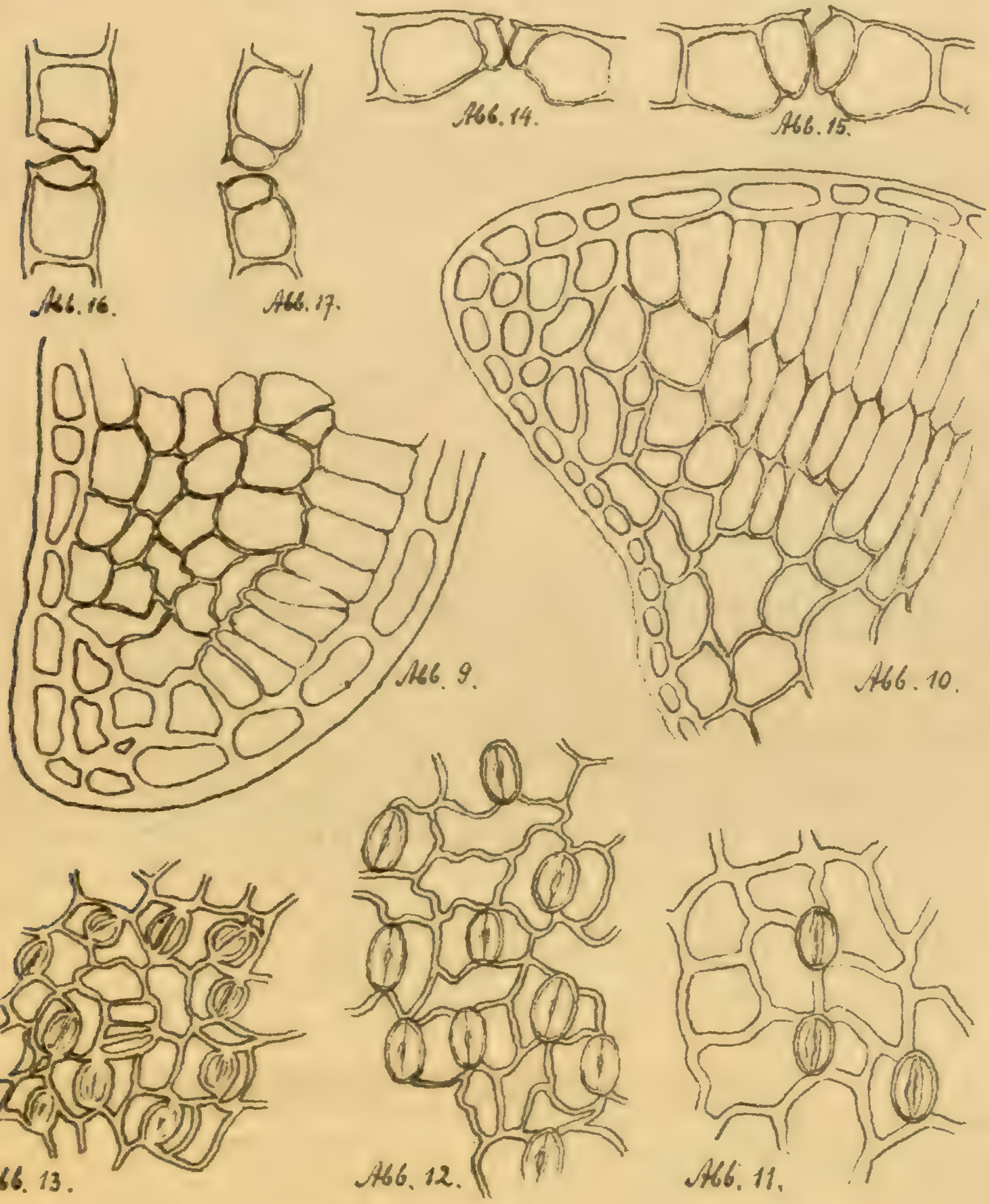


Fig. 6 (Abbild. 9 - 15). Abb. 9 Blattquerschn. der Myrtenblättrigen, 10. der Roten. 11. Spaltöffnungen der myrtenbl., 12. der Roten, 13. der Punktierten (Flächenschn.), 14. Querschn. der Myrtenbl., 15. der kl. Roten und V. macrocarpum, 17. der apfelfr. u. hagebuttenfr. Roten.

vertikal zur Oberfläche stehen (desgl. bei V. macrocarpum, Abb. 16), während sie bei der apfelfrüchtigen und hagebuttenfrüchtigen Roten (Abb. 17) flach geneigt sind. Die Öffnungsweite der Myrtenblättrigen ist - im Widerspruch zu der oben erwähnten Beziehung zur Anzahl der Spaltöffungen - geringer als die der anderen Typen.

Während diese Besonderheiten sich aus zahlreichen Querschnitten als durchschnittliche Typen-Besonderheiten ergeben, variiert im übrigen die Form der Schliesszellen mannigfach, wie auch die Abbildungen 14 - 17 zeigen.

Wenn nun die Typen-Besonderheiten, die dem Merkmalskomplex der Typen einzureihen sind, "phyletische Merkmale" nach PORSCH (24) wären, die "als Ergebnis einer historischen Anpassung durch erbliche Fixierung Konstitutionsmerkmale geworden sind", wäre ihre Bedeutung und Entstehung ebenso wenig zu verstehen, als wenn sie als "Anpassungsmerkmale" aufzufassen wären,"deren Entstehungsursache nachweisbar aktuelle Anpassung gewesen ist". Vielmehr ist ihr Wesen nur als Ausdruck einer verschiedenen Typenkonstitution, also einer verschiedenen chemischen, physikalisch-chemischen oder biochemischen (29) Konstellation des plasmatischen Typencharakters denkbar, entweder allein, so lange nicht experimentell durch Kombination bestimmt wirkender Aussenagentien Beziehungen zu diesen festgestellt sind, oder im Zusammenwirken mit den bestimmten Agentien, sofern diese erwiesen sind.

2. B l ü t e n a n a t o m i e .

Zu den früher genannten morphologischen Unterschieden der einzelnen Blüten, die sich vor allem in Farbe und Grösse der Blütenblätter äussern, treten einige weitere, die erst im Verlauf der anatomischen Untersuchung festgestellt wurden. In Betracht kommen nur die Typen des Neuhammer-Teich-Gebietes, von denen allein Blüten in verschiedenen Entwickelungsstadien vorlagen.

a. Andröceum.

Nach den Befunden von ARTOPOEUS (30) ist der Öffnungsmechanismus der Ericaceen-Antheren von grosser systematischer Bedeutung. Das mag für den grösseren Kreis der Ericaceen gelten, im engeren Kreise der Oxycoccus-Typen konnte zwar das Ergebnis von ARTOPOEUS für Vaccinium bestätigt werden, aber eine Abgrenzung der Typen nach demselben Prinzip war nicht möglich. Ein in jüngeren Antheren mehrschichtiges Hautgewebe, das auch die einzelnen Antheren-Fächer voneinander trennt, ist bei älteren Antheren auf eine zum Teil sehr englumige Zellage reduziert und zeigt die Antherenfächer beiderseits in vollständiger Kommunikation (Abbild. 18). Das nach Plasmaverlust eintretende Kollabieren der Zellen, das zur Englumigkeit führt, ist auf Schrumpfung zurückzuführen. Eine Bestätigung hierfür scheinen losgelöste geschrumpfte Gewebestücke, die gelegentlich zwischen den Pollen in den Fächern gefunden werden, zu bieten. Jedoch soll aus diesem Befund die von ARTOPOEUS offen gelassene Frage, ob "Resorptionserscheinungen wie bei Erica oder so ausgesprochene Verschrumpfung der Zellen wie bei Rhododendron" das Verschwinden der Zellen und Zellwände bewirkt, nicht entschieden werden. Wichtig ist, dass der Kanal durch die Ausschütteröhre bereits frei ist, während sich die Blüte noch in Knospenlage befindet.

Im Ansatz der Ausschütteröhre an die Theke ergeben sich insofern Unterschiede, als bei den myrtenblättrigen und punktierten Typen und der kleinen Roten die Röhre die geradlinige Verlängerung der Theke bildet, die beiden Röhren also parallel und dicht nebeneinander liegen (Abb. 19). Demgegenüber sind die oberen Thekenzipfel bei der apfelfrüchtigen und hagebuttenförmigen Roten auswärts gekrümmt. Die unregelmässig gebogenen Röhren stehen zu den Zipfeln im Winkel, sodass ein gehörnförmiges Gebilde entsteht (Abb. 20).

Die Aussenwand der Ausschütteröhre zeigt warzige Verdickungen: gering ausgebildet bei den punktierten, stärker bei den roten Typen, am stärksten aber bei

den myrtenblättrigen, wobei vor allem die Basis und das Öffnungsende von einem Kranz von Warzen, die z.T. aus papillös vorgewölbten Zellen bestehen, z.T. aus Cuticularverdickungen, umgeben sind (Abb. 19, 20).

Querschnitte durch die breiten, bandförmigen Filamente gestatten den Merkmalskomplex der Typen zu erweitern. Alle Typen weisen am Rande des Filament-Bandes Haare auf; jedoch variieren sie in der Ausbildung dieser Haare und ihrer Verbreitung in einer von den Myrtenblättrigen über die Punktierten und die kleine Rote zu der Apfelfrüchtigen und Hagebuttenförmigen aufsteigenden Reihe. Während die Myrtenblättrigen nur an der Randzone kurze, spärliche Haargebilde besitzen (Abb. 22), nimmt die Länge der Haare in der genannten Reihe bis auf die 4-fache Länge bei der hagebuttenförmigen Roten zu, und ihre Verbreitung, die bei den Punktierten und der kleinen Roten (allerdings erheblich dichter) noch auf die Randzone beschränkt ist, erstreckt sich bei der apfelfrüchtigen und hagenbuttenfrüchtigen Roten auch auf die Bandseiten, vor allem aber auf die der Narbe zugekehrte, in der Mitte gewölbte Seite (Abb. 21), die von einem dichten weissen Filz überzogen ist (Abb. 20).

Bemerkenswert ist die Färbung der Filamente. Sie führen bei allen Typen im Knospen- und ersten Blütenstadium Anthocyan im Zellsaft. Später färben sich die Zellwände dunkel, gelb bis braun. Zugleich schrumpfen die Zellen des Inneren bis auf eine epidermale Lage ein. Wie viele Anthocyan führende Zellen sind auch die Filamentzellen durch einen beschleunigten Entwickelungsablauf gekennzeichnet, d. h. sie sind anderen Geweben im Reservestoff-Abbau voraus. Es erweckt den Anschein, als ob ihr Chemismus, in den in einem gewissen Stadium die Athocyanbildung eingeschaltet ist, im Augenblick der Anthocyanbildung eine Steigerung seiner konstruktiven Fähigkeit erfährt, die so stark werden kann, dass nach einem beschleunigten konstruktiven ein ebenfalls

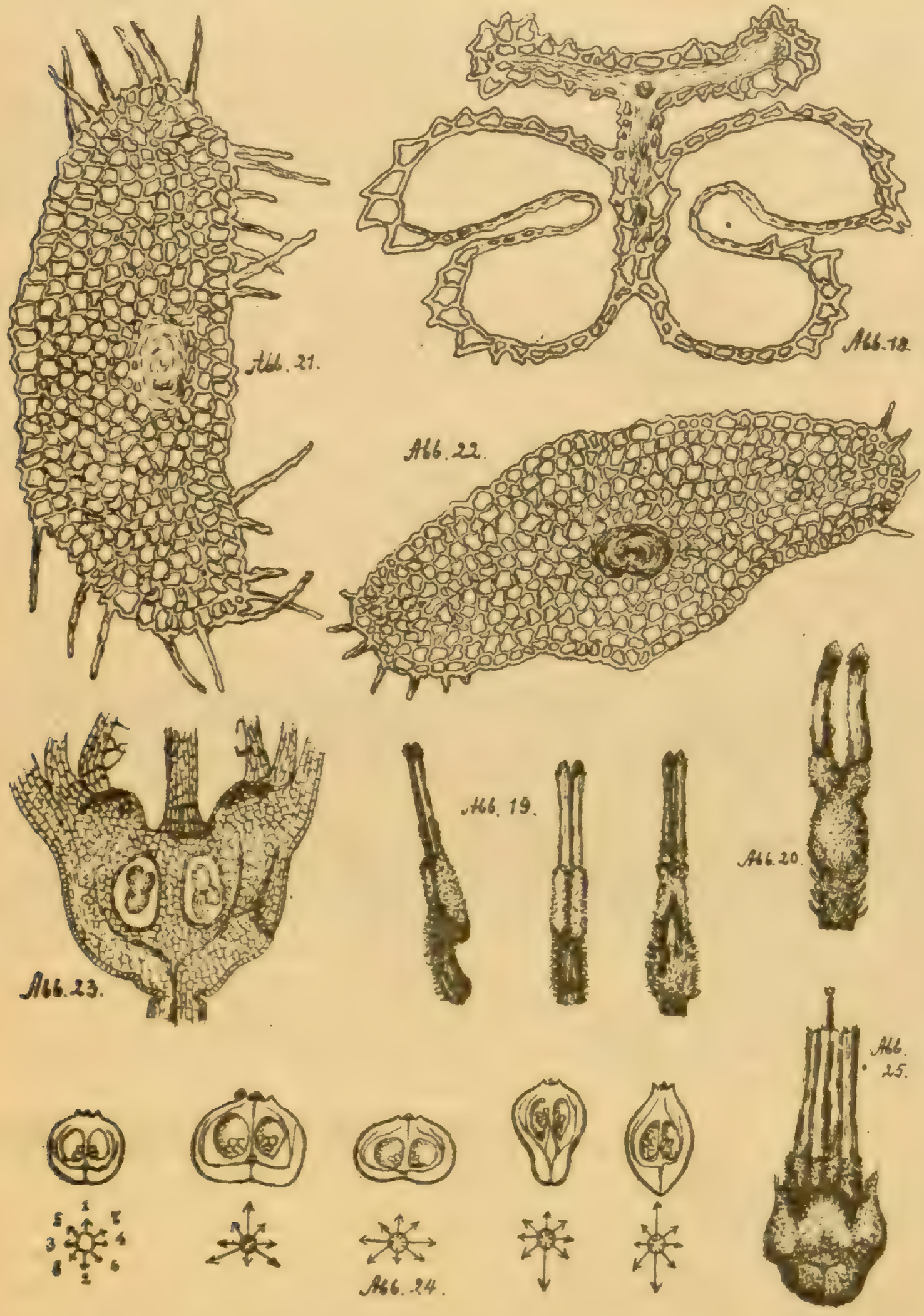


Fig. 7. (Abb. 18 - 25) 18 Antherenquerschnitt. 19 Antheren d. myrtenbl. u. punkt. Typen u. d. kl. Roten. 20. Anthere d. apfelfr. u. hagebuttefr Roten 21. Querschn. d. Filament d. apfelfr. u. hagebuttenfr. Roten. 22. Querschnitt ebenso, Myrtenblättrige. 23 Querschn. d. Fruchtknoten 24 Beerenlängsschnitte 25. Fruchtknoten uud Antherenröhre.

(wieder infolge der durch Anthocyangehalt bedingten, besser ausgenützten Licht- und Wärmefaktoren) beschleunigter destruktiver Vorgang folgt, der bald sogar - wie in den Filamentzellen - zum völligen Verlust des Plasmas und des gesamten Zellinhaltes führt (31). Die Restprodukte des Zellinhaltes werden teilweise der Zellwand imbibiert und rufen die Gelb- oder Braunfärbung der Membranen hervor. Offenbar kommt für die Filamentzellen nur die Wärmewirkung infrage, da die Anthocyanfärbung schon im Knospenzustande eintritt, in dem nur die durch die Blütenblätter beschränkte Lichtintensität ausgenütztwerden kann. Der durch die Sporenentwickelung in den Theken besonders intensive Saftzustrom beansprucht die plasmatische Substanz der Filamentzellen in der kurzen Sporenentwickelungsperiode derart stark, dass die "Erschöpfung" und der Plasmaabbau früher eintreten muss als in den anderen Blütenteilen. Welche Bedeutung das "plötzliche" Einstellen des Säftezustroms nach den Staubgefässen in einer Blüte mit unterständigem Fruchtknoten mit dem Bau der Vaccinium-Blüte für die Weiterentwickelung der Blütenorgane hat, soll später erörtert werden.

b. Gynoeceum.

Der für die Vaccinien charakteristische, auch schon als Unterscheidungsmerkmal benützte ringförmige Wulst auf dem Fruchtknoten (Abb 25) ändert in seiner Ausbildung nur quantitativ ab, aber nicht typencharakteristisch, sodass er für den Merkmalskomplex der Typen nicht herangezogen werden kann. Die kleinbeerigen Typen haben auch überwiegend einen kleineren Ringwulst. Für die Wertung dieses Wulstes, der "Nektar" ausscheidet, ist seine Lage neben den Antheren bzw. Blumenblättern bedeutungsvoll. Eine Stoffausscheidung, wie die Zuckerausscheidung in den sogen Nectarien ist nur im Zusammenhang mit dem Stoffumsatz der Gesamtblüte betrachtet verständlich. Die "Nectar"-Ausscheidung ist ein Nährstoffproblem. Hierfür spricht die auch an anderer Stelle beobachtete Tatsache, dass die Nectarausscheidung von Temperaturschwankungen und dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft abhängig ist. Bei Vaccinium Oxycoccus (die Ausscheidung bei den Oxycoccus-Blüten ist verhältnismässig gering) konnten an sonnigen Tagen stärkere Tropfen beobachtet werden. Diese Beobachtung in Verbindung mit der vorher besprochenen Bedeutung des Anthocyans in den Filamenten spricht für eine enge Nährstoffbeziehung der "Nectarien" zu den Aufbau- und Abbauvorgängen in den Antheren und Blütenblättern. Die "Nectar"-Ausscheidung beginnt z.T. schon im Knospenzustande, sie wird stärker zu Beginn der Öffnungsperiode und lässt dann allmählig nach. Sie beginnt also, wenn die Entwickelung der Pollenkörner bereits abgeschlossen ist und der Saftzustrom sich vor der Trennungszone des Filaments vom Fruchtknotengewebe, - deren Entstehung auch in ursächlichem Zusammenhang mit den Abbauvorgängen und dem Trägerwerden des Säftestroms zu denken ist, - staut, auch der Abtransport der Abbauprodukte aus den Filamenten beginnt, und findet ihren Abschluss, wenn ein gesteigerter Saftzustrom in die Samenanlagen einsetzt, sofern diese weitere Entwickelung (z.B. durch Befruchtung) fähig ist (32). Diese Parallele, die besonders zur Wertung des "Ringwulstes" als "Nectarium" an dieser Stelle erörtert wurde, trägt auch zum Verständnis des allgemeinen anatomischen Befundes des Gynoeceums bei, während sie über die Austrittsmöglichkeit der Säfte aus den Zellen der "Nectarien" nichts auszusagen vermag, da der anatomische Befund besondere Vorrichtungen an den Zellmembranen nicht erkennen lässt (33).

Der unterständige Fruchtknoten, um dessen Wand sich mehrere dem Kelchgewebe gleichende Zellagen legen, trägt oberseits die Blütenblätter, die Staubblätter und eng an diese angeschmiegt den Ringwulst, der den in der Mitte stehenden Griffel umschliesst. Während die Gleichartigkeit des Gewebemantels um den Fruchtknoten mit dem Kelchgewebe für eine "Verwachsung" von Kelch und Fruchtknoten spricht, der Kelch auch als Kelchkrönchen auf der fertigen Beere verbleibt, beginnt schon im Knospenstadium die Ausbildung eines Trennungsgewebes zwischen den Blütenblättern und Filamenten einer- und dem Fruchtknotengewebe andererseits Bei allen Typen ist der Nabel des Blütenstielansatzes mehr oder weniger stark

ausgezogen. Das Gefässbündel des Blütenstiels setzt sich in diesen ausgezogenen Nabel fort und teilt sich erst dicht unterhalb der Samenfächer in annähernd senkrecht zum Ursprungsbündel stehende Äste. Eine weitere Gabelung findet bei der Aufwärtskrümmung dieser Äste statt. Ein Arm zieht sich in die dem Kelchgewebe gleichende Randschicht (dieser findet seine Fortsetzung im Hauptnerv des Kelchblattes), der andere spaltet sich unter den "dem Fruchtknoten aufsitzenden" Blütenteilen. Dieser Verlauf der Gefässbündel im Verein mit einer mehr polygonalen Zellausbildung in dem ausgezogenen Nabel im Gegensatz zu der fast regelmässig rechteckigen in der dem Kelchgewebe gleichenden Zellage und ferner im Verein mit einer häufig deutlich sichtbaren Einbuchtung der Epidermis an der der ersten Gefässgabelung entsprechenden Stelle spricht für eine Wertung des ausgezogenen Nabels als Verbreiterung der Blütenaxe, also als Blütenboden. Die Einbuchtungsstelle der Epidermis ist im inneren Gewebe häufig durch englumige Zellen gekennzeichnet, die mit der Trennungsschicht unterhalb der Blütenblätter und Filamente verglichen werden können. Ausserdem legt das anatomische Bild von Blüten verschiedener Entwickelungsstufen die Annahme nahe, dass Blütenblätter und Antheren durch stärkeres Wachstum des Blütenbodens an ihrer Ansatzszelle in die Höhe gerückt wurden und auf diese Weise die Einsenkung des Fruchtknotens zustande kam. Doch liegen hierfür lückenlose Untersuchungen noch nicht vor. Auf diese Analyse der Gynoeceum-Elemente wird bei der Anatomie der Frucht Bezug genommen werden.

Auch die Samenanlagen sind bei den einzelnen Typen gleich gebaut. An zapfenförmig zwischen den Scheidewänden des Fruchtknotens hervorragenden Plazenten sitzen je 6 Samenanlagen, sodass normal 24 Samenanlagen in den 4 Fächern vorhanden sind, ausnahmsweise bei Mehrfächerigkeit 30 und mehr. Auch weniger als 24 Anlagen wurden gezählt, jedoch ist eine Typenunterscheidung darnach nicht möglich. Sogar die Mehrfächerigkeit beschränkt sich nicht auf die hagenbuttenförmige Rote, bei der sie allerdings die Regel zu sein scheint, sondern wurde auch bei der grossen Punktierten beobachtet.

3. Fruchtanatomie.

Im morphologischen Teil wurde der erweiterte Typenkreis vor allem nach den auffälligsten Merkmalen der Früchte, ihrer Farbe und Gestalt, aufgestellt. Die anatomische Untersuchung knüpft an beide an.

Unter einer Cuticularschicht von verschiedener Stärke bei den einzelnen Typen (bei der Myrtenblättrigen erreicht sie 9 mikr., bei Apfelfrucht z.B. nur ca. 5 mikr. Dicke) liegt eine kleinzellige Epidermis.

Das Zellumen in dieser Schicht ist am kleinsten bei den Myrtenblättrigen und nimmt über die Punktierte zu den grossfrüchtigen Roten in der Querschnittsbreite zu.

Unter dieser Zellschicht, die durch stark verdickte Membranen ausgezeichnet ist, liegt bei den Myrtenblättrigen gewöhnlich eine zweite, Hypoderm-ähnliche Schicht mit verdickten Zellwänden, aber in unregelmässiger Anordnung. Bei den anderen Typen ist die Ähnlichkeit mit der ersten Epidermisschicht nicht so stark, vor allem sind die Zellwände schwächer, aber auch das Zellumen ist grösser, sodass die Schicht den Übergang zu den weitlumigen Zellen des Beerenfleisches bildet.

Beide Schichten tragen zu der Ausbildung der Beerenfarbe bei, denn in beiden tritt Anthocyan auf. Die Anthocyanbildung ist bei den einzelnen Typen verschieden stark, ebenso ist die Intensität der Färbung von schwach-rosa bis dunkelblaurot verschieden. Am stärksten entwickeln die Myrtenblättrigen den Farbstoff. Gewöhnlich ist dabei die zweite Zellschicht dunkler gefärbt als die oberste. In den roten Typen ist im allgemeinen der Zellsaft homogen karminrot gefärbt, nur vereinzelt finden sich dunkelblau-rot gefärbte Zellen eingestreut. Die Punktierten führen einen gelbbräunlichen, z. T. körnigen Inhalt(33) und nur in vereinzelten Zellen beider Schichten helleren oder dunkleren Farbinhalt. In Alkohol tritt nach anfänglicher Tiefrotfärbung ein allmähliges Verblassen ein, während

in Formalin fast die natürliche Färbung erhalten bleibt Die Myrtenblättrigen nehmen dem Alkohol gegenüber insofern eine Sonderstellung ein, als sie längere Zeit an dunklerer Färbung kenntlich sind und fast gar nicht ausgezogen werden

Auf Schnitten durch in Formalin konservierte Beeren trat in einzelnen Zellen körnige Zusammenballung des Anthocyan-Farbstoffes ein, während in nichtgefärbten Zellen helle, durchscheinende Gebilde (33) entstanden waren, die bei der ersten Untersuchung als Stärkekörner angesprochen wurden, die aber weder mit Jodglycerin noch mit Jodjodkali Stärkereaktion gaben. Offenbar stehen diese Gebilde in noch nicht geklärter Beziehung zu der Anthocyankörnelung.

Die Rotfärbung in Alkohol ist mit der ebenso allen Beerentypen zukommenden Rotfärbung abgenommener, trocken gehaltener Beeren und mit der gleichsinnigen Färbung der im Freien von Frost beeinflussten Beeren zu vergleichen. In allen Fällen tritt eine Lockerung des Zellgefüges und des micellaren Membrangefüges ein, sodass die Rotfärbung durch das Fruchtfleisch allmählig bis zu den Samenfächern vordringt. Immer fallen dabei die Myrtenblättrigen durch tief dunkle, fast Blaubeerenfärbung auf

Beachtet man, dass das periphere Gewebe der Frucht offenbar den "verwachsenen" Kelch darstellt, dann ist mithin (genau kann die Zellabstammung nicht verfolgt werden, da bei weitererEntwicklung der Frucht die Identifizierung der Fruchtknotenelemente nach dem Aussehen der Zellen nicht mehr möglich ist), die Anthocyanfärbung als Kelchblattfärbung zu werten Unter diesem Gesichtspunkt verlöre die Deutung der unteren Fruchthälfte als Derivat eines verbreiterten Blütenstiels ihre Berechtigung, wenn man nicht annimmt, dass der Chemismus aller in dem engen Fruchverband stehenden Zellen - wie wohl möglich ist - infolge ihrer besonderen Funktionen grosse Gleichartigkeit angenommen hat, dass also auch die Färbung der "Kelchblatt"-Zellen unter dem Einfluss dieses Chemismus steht.

Bei der Beurteilung der anatomischen Befunde bezüglich der Gestalt der Beeren muss auf die vorher erfolgte Analyse des Gynoeceums zurückgegriffen werden. Da die dortige Beschreibung (die dem anatomischen Bilde gegebene Deutung inbegriffen) für den Fruchtknoten aller Typen gilt, sind Lageveränderungen bestimmter Fixpunkte des Fruchtknotenstadiums leicht in weiteren Stadien der Fruchtentwickelung festzustellen. Diese Wachstumsvorgänge, die zu den besonderen Beerentypen geführt haben..

Als Hauptfixpunkt wurden einerseits die Samenanlagen, anderseits die seitliche Gefässbündelgabelung, bei der sich das Kelchgefässbündel von dem Hauptstrang abzweigt, gewählt und ihre Lagebeziehungen zu einander in den einzelnen Typen festgestellt. Ferner wurde die Lage von Stielnabel und Kelchkrönchen zur Samenanlage berücksichtigt.

Allseitiges Wachstum in allen Pfeilrichtungen (Abbild. 24; beschränkt man sich in einem Schema der Wachstumsrichtungen auf 2 Pfeilsysteme nach Art der Abb. 25, dann geben die Pfeile die Hauptwachstumsrichtung an) muss zu der gleichmässig runden Beere der kleinen Roten und der kleinen und grossen Myrtenblättrigen führen. Durch das allseitige Wachstum tritt keine Verschiebung der Hauptfixpunkte zu einander ein.

Leicht verstärktes Wachstum in der Richtung des Kelchkrönchens (Pfeil 1) und stärkeres Wachstum in Richtung von Pfeil 6 und 8, das mit Verstärkung von 3 und 4 kombiniert ist, zieht das Kelchkrönchen leicht aus und verschiebt die Gefässgabelung schräg seitwärts von der Samenanlage Es entsteht der Typ der apfelfrüchtigen Roten, dem sich ein apfelfrüchtiges V. macrocarpum anschliesst.

Bei starkem Wachstum in Richtung 3 und 4 und ein wenig verstärktem in Richtung 6 und 8 wird die in die Breite gezogene Längsschnittform des Typs der grossen Punktierten verständlich.

Alleinige Wachstumsverstärkung nach 2 führt zu den Birnenförmigen, mit Verstärkung nach 2 verbunden nach 1 zu den Hagebuttenförmigen

In allen Typen liegt, wie sich aus diesen Bemerkungen und der Abbildung ergibt, die Samenanlage, bzw. liegen die fertig ausgebildeten Samen, soweit sie noch

nicht von der Plazenta gelöst sind, in Höhe des stärksten Beerendurchmessers.

An dem Aufbau der durch das verschieden verstärkte Wachstum bedingten Typen sind alle in der ursprünglichen Fruchtknotenanlage mit ihrer "Blütenboden"- und "Kelch"-Verschmelzung vereinigten Gewebselemente beteiligt; selbst die dem Kelchgewebe gleichende Zone erfährt eine starke Verbreiterung. Ihre Lage ist durch den ihr zukommenden Gefässbündelzweig gekennzeichnet. Ein Unterschied in den Zellen ist, wie oben schon erwähnt, nicht mehr vorhanden.

Die Birnen- und Hagebutten-förmigen verdanken ihren Stengelnabel-Auszug, wie aus der Verlängerung des noch ungeteilten Gefässbündels hervorgeht, einem gesteigerten Wachstum des als Blütenboden gewerteten Gewebselements. In der Fruchtknotenanlage ist bei allen Typen der Stielnabel mehr oder weniger stark ausgezogen. Die Tendenz zur Vergrösserung des Fruchstielnabels ist also nicht für bestimmte Typen morphologisch im Fruchtknoten begründet. Vielmehr muss sie mit dem besonderen Chemismus der Typen zusammenhängen - Chemismus im weitesten Sinne für alle Auf- und Abbau- und damit auch Gestaltungsvorgänge in der Pflanze.

Hierzu sei nur noch einmal kurz auf die bei der Wertung des Ringwulstes als "Nectarium" aufgestellte Parallele hingewiesen. Wenn der Nährstoffbedarf des Andröceums beendet ist, ist die Entwickelung im Gynoeceum noch nicht abgeschlossen ja es ist sogar mit der Befruchtung eine weitere Verstärkung des Nährstoffbedarfes im Gynoeceum verbunden. Auch wenn die Befruchtung noch nicht eingetreten ist, geht die Entwickelung des Fruchtknotens durch Zellvermehrung weiter, bis das Gynoeceum seine Entwickelung abgeschlossen hat. Nichtbefruchtete Fruchtknoten zeigen anfänglich eine geringe Grössenzunahme. (Die sogenannten "parthenocarpischen" Früchte wären, im Hinblick auf den Charakter einer samentragenden Frucht, als "zweckloser" Kraftverbrauch, gewissermassen als Degenerationsprodukt des Nährstoff-Haushaltes im Gynoeceum, gekennzeichnet durch ein-seitige Beanspruchung des Nährstoffstromes in der Frucht durch ein bestimmtes Gewebe, zu bezeichnen).

Tritt Befruchtung ein, dann hängt die Leitung und Verteilung des Säftestroms vor allem von der Samenentwickelung ab, wobei Faktoren wie Anzahl und Grösse der Samen sowei Schnelligkeit des Samenreifungs-Prozesses eine Rolle spielen. Wie weit eine Parallele zwischen diesen Faktoren und dem aus dem anatomischen Befund erschlossenen Wachstum der Frucht bei den einzelnen Typen durchführbar ist, ist aus den bisherigen Untersuchungen nicht zu ersehen.

4. Ergebnis des anatomischen Teiles.

Im anatomischen Teil wurden nicht nur quantitativ engumschriebene Merkmale, sondern auch solche, deren Grössen in gewissen Grenzen schwankten, fixiert und bezüglich ihrer Geltung geprüft, sodass zur anatomischen Konstanz nicht nur annähernd feststehende, sondern auch Durchschnitts- oder Mittelwerte gezählt wurden.

Dabei ergab sich z.T. Übereinstimmung der Haupteinteilung mit der Gliederung nach morphologischen Befunden, wie die verschiedenen Werte der Cutuculardicke zeigen, z.T. traten geringfügige Unterschiede auf wie bei der Einteilung nach dem Auftreten von Haaren an Stengel und Blatt, wobei die kleine Rote wegen des Mangels an Stengelhaaren bei 1 - 2-jährigen Stengeln von der apfelfrüchtigen und hagebuttenfrüchtigen Roten getrennt werden musste.

Die nach dem morphologischen Teil 2 Typen nahe stehende var. microcarpa scheint, wenn bei ihr allgemein geringere Behaarung angenommen wird, mit der kleinen Roten zusammenzufallen. An der Identität der var. citriformis mit der hagebuttenförmigen Roten ist kaum zu zweifeln. Somit bleibt nur die Zuordnung der var. intermedia zweifelhaft. Wahrscheinlich deckt sie sich mit dem Typ der apfelfrüchtigen Roten.

Unterschiede der Typen treten auch im Assimilationsgewebe hervor. Die Einteilung nach der Anzahl der Palissadenschichten deckt sich zwar mit der morphologischen Gliedrung, aber die Länge der Palissadenzellen differiert innerhalb der den gesetzten Grundtypen zugeordneten Nebentypen stark, wobei freilich die Grup-

pe der Myrtenblättrigen grösste Gleichartigkeit aufweist. Eine Beziehung der Palissadengrösse zur Blattgrösse der Typen ist unverkennbar. SIERP (34) sagt "Äussere Ursachen haben auf die Zellgrösse einen grossen Einfluss." "Trotzdem ist für die Zellgrösse eines Gewebes einer Spezies ein Mittelwert charakteristisch und erblich festgelegt." "Existiert ein Unterschied in der Grösse der Pflanzen bzw. ihrer Organe, so kann er auf einer entsprechenden Reduktion der Zellgrösse, auf gleichzeitiger Reduktion der Zellgrösse und Zellenzahl, oder sogar auf einer Verminderung der Zellenzahl und einer entsprechenden Vergrösserung der Zellen beruhen." - Auch bei den einzelnen Typen der "Kollektivspezies" Vaccinium Oxycoccus sind die Mittelwerte für die Zellgrösse charakteristische Bestandteile im Merkmalskomplex. Man kann aber nicht allgemein von einer gleichsinnigen Zellvergrösserung in allen Geweben grösserer Organe sprechen. Die Zellvergrösserung im Palissadengewebe deckt sich z.B. nicht mit der Zahlenreihe im Durchlüftungsgewebe, die im Übrigen aber eine Trennung der Typen gestattet. Es dürfte auch schwer fallen, die beiden Reihen etwa in Korrelation zueinander und zu einem Aussenfaktor zu stellen, so nahe der Gedanke bei den beiden genannten Geweben liegt.

Auch die blütenanatomischen Befunde sind typencharakteristisch. Dabei ist die ursprüngliche Gleichartigkeit der Fruchtknotenanlage bei allen Typen hervorzuheben, die für die Auswertung der typenverschiedenen Fruchtanatomie von Bedeutung ist. Und gerade die Gleichartigkeit der Fruchtknotenanatomie, die sich auch in gleicher Zellengrösse äussert, und dem gegenüber die verschiedene Zellgrösse z B. der Anthocyan-führenden Zellschicht der Früchte beweisen, da der treibende Faktor zur Zellvergrösserung bei allen Typen offenbar nicht eine "äussere Ursache" ist, dass er vielmehr im Typencharakter, also der physiologisch-chemischen Konstellation des aufbauerden Plasmas begründet ist

Innerhalb der gefundenen Grenzen erweisen sich die anatomischen Typencharaktere konstant, sind also dem Typenmerkmalskomplex einzuordnen, der die Grundlage für den Nachweis der erblichen Konstanz der Typen bilden soll

V. PHYSIOLOGISCHER TEIL.

Durch die physiologische Analyse gewinnt der Typenmerkmalskomplex, der sich bisher auf die Befunde der äusseren und inneren Morphologie stützte, eine grundlegende Erweiterung Das typenstatistische Problem, das im Rahmen der Spezies die gestaltliche Typenbreite feststellt, erhält durch die physiologische Orientierung eine stoffliche Ergänzung, wenn nicht gar Begründung: das noch unerklärte Spiel der innern, gestaltenden Kräfte wird exakten Versuchen zugänglich, deren meist ernährungsphysiologische Befunde in Parallelität zu denen einer gestaltlichen Statistik gestellt werden können. Das ist wichtig, weil die erbliche Konstanz als Erblichkeitsproblem eines stofflichen Fundamentes bedarf, wobei sie die Beziehung des Stofflichen zum Gestaltlichen offen lässt und die gestaltlichen Befunde zu Kriterien der Individualidentifizierung, der Konstanz, benützt. Der Begriff der erblichen Konstanz hat aber nur dann sachliche Berechtigung und steht auf exakter Grundlage, wenn einerseits sowohl bei einem einzelnen Individuum das Gleichbleiben eines bestimmten Merkmals im Wechsel von Zeit und Ort, die Individualkonstanz, als auch bei einer Summe von willkürlich gewählten Individuen die Gemeinsamkeit bestimmter Merkmale und dadurch die Über-Individualkonstanz festgestellt ist, und wenn anderseits die Koinzidenz, die Parallelität oder die kausale Beziehung der gestaltlichen Merkmale zu stofflichen exakt erwiesen werden kann.

Hierzu ist es erforderlich, alle physiologischen Fakta, die eine Art, Varietät oder einen Typ kennzeichnen, ebenso wie die morphologisch-anatomischen im Merkmalskomplex zu vereinigen.

Da in grösserer Anzahl lebend hier nur die im Vorbericht genannten Typen benützt werden konnten, beschränkt sich die physiologische Charakteristik auf diese, wobei nur einige auffällige, dem Experiment zugängliche Erscheinungen in den bisherigen Untersuchungen herausgegriffen wurden: die Anthocyanfärbung, die Sclerotinia-Anfälligkeit, die Keimfähigkeit der Samen und schliesslich die Erblich-

keitsfrage, die ebenfalls als physiologisches Problem die auf allen übrigen Merkmalen basierte Überindividualkonstanz - nicht verschiedener willkürlich gewählter sondern im nachweisbar stofflichen Konnex zueinander stehender Individuen - zu erweisen sucht. Auch sie gehört zum Merkmalskomplex des Individuums; denn es ist keine Ursche denkbar, "warum die physiologischen und morphologischen Eigentümlichkeiten vom elterlichen auf das kindliche Individuum übergehen, wenn wir uns nicht vorstellen, sie seien dem im Samen aufgespeicherten Plasma inhärent" (35), und zwar nur im Hinblick auf sie ist die Überindividualkonstanz w i l l k ü r l i ch gewählter Individuen kausal verständlich. So führt der durch die physiologischen Befunde erweiterte Merkmalskomplex aus dem gestaltlich und stofflich fixierten Individuum heraus in den Bereich des "genealogischen Individuums" (35), und es ist dann Sache der ordnenden Begriffsbildung innerhalb des Typenkreises dem Einzelvertreter einen durch den Merkmalskomplex und seine Abgrenzung gegenüber anderen Merkmalskomplexen bestimmten Namen zu geben. Erst unter diesen Voraussetzungen kann von einer Berechtigung z.B. der Art- bzw. Varietätsbezeichnung gesprochen werden, die dadurch b e g r ü n d e t e Setzung wird, im Gegensatz zur voraussetzungslosen Willkühr.

1. D i e A n t h o c y a n f ä r b u n g .

Vaccinium Oxycoccus führt Anthocyan-Farbstoffe in den Blüten, den Früchten und im winterlichen Blatt. Bei der systematischen Gliederung des erweiterten Typenkreises nach auffälligen morphologischen Gesichtspunkten wurden die Farbenunterschiede der Blüten und Früchte der einzelnen Typen zur Einteilug herangezogen.

Die Rotfärbung der Filamente, die im anatomischen Teil besprochen wurde, gab zu einer allgemeinen Erörterung der Bedeutung des Anthocyans im Stoffhaushalt der Blüte Veranlassung. Die Einreihung des Anthocyans in eine Phase des B l ü t e n s t o f f w e c h s e l s lässt die Frage offen, ob das Anthocyan als ein Glied einer Aufbau- oder einer Abbaureihe für den Gesamtstoffwechsel wichtiger Bestandteile zu betrachten ist. Jedenfalls tritt es in den Filamenten in einem bestimmten Stadium der Entwickelung im Zellsaft auf, muss also direkt oder indirekt durch bestimmte Ernährungsvorgänge hervorgerufen sein und verschwindet in einem Stadium, das durch Stoff-Abbau gekennzeichnet ist. Auffälliger ist die Beziehung zu dem in der Kälte veränderten Stoffwechel bei der Rotfärbung der Blätter zu Beginn des Winters. OVERTON (36) erwähnt die auffällige Rotfärbung der CO-Abhänge im Ober-Engadin, an der vor allem 2 laubabwerfende Vaccinien: V. Myrtillus und V. uliginosum, daneben auch Arctostaphylos alpina beteiligt sind. WULFF (37) unter vielen anderen Andromeda tetragona als Anthocyanpflanze. Das winterharte Vaccinium-Oxycoccus-Blatt nimmt ebenso wie das von V. macrocarpum zu Beginn der kalten Zeit dort, wo es der Belichtung ausgesetzt ist, eine intensiv braunrote Färbung an. Bei OVERTON und WULFF spielt ebenso wie hier bei der natürlichen Rotfärbung der genannten Ericaceen das Licht eine nicht zu bestreitende Rolle. In allen drei Fällen ist ebenfalls die Beziehung zu niedriger Temperatur unumstritten. (Während des Winters im Zimmer gehaltene Ballen von V. Oxycoccus färbten sich nicht; dagegen trat bei einem Ballen, der am 5. August 1920 in Temperatur von 2 - 3 Grad Cels. (Kühlraum des Oppelner Schlachthauses) gebracht und zur Hälfte abgeblendet worden war, bis zum 10. IX. eine allerdings nicht starke Rotfärbung der nichtbeschatteten Hälfte ein).

Ohne auf die (oft teleologisch gefärbte) Wertung (38) der beiden ökologischen Faktoren Licht und Kälte bei Anthocyangehalt der Blätter näher einzugehen, werden sie nur im Hinblick auf die durch sie hervorgerufene Beeinflussung der Stoffwechsel-Vorgänge genannt.

Bei den erwähnten alpinen und arktischen Pflanzen bewirkt offenbar das Anhalten der ökologischen Faktoren während der ganzen Vegetationsperiode eine Umstellung im Stoffwechsel in Permanenz, während bei den Pflanzen mit winterhartem Laub die nur im Winter denselben Faktoren ausgesetzt sind, die Anthocyanperiode, d.h. die Periode, in der Anthocyan als Zwischen-, End- oder Begleitprodukt beim Stoff-

wechsel auftritt, durch die Dauer der ökologischen Faktoren begrenzt ist.

Über die Art der chemischen Vorgänge in der Pflanze, die unter dem Einfluss speziell der Kälte steht, liegen zahlreiche Untersuchungen vor (39). Sie lassen noch keinen definitiven Schluss auf die Stellung des Anthocyans in dem veränderten Stoffwechselkomplex zu, sodass für den Schluss von TISCHLER (40), "dass das Anthocyan selbst das ökologisch wichtige für die anders geartete Regulierung der Nährstoffe ist" die Berechtigung nicht eingesehen werden kann.

Soviel steht fest, dass die Bildung von Anthocyan (Anthocyane nicht einheitliche Stoffe, nach WILLSTÄTTER (41) eine Klasse von Pflanzenbasen, die als chinoide Oxoniumsalze aufzufassen sind) an eine besondere Konstellation des zellularen Chemismus gebunden ist, wobei dahingestellt bleibt, ob dieser durch einen von aussen kommenden Anstoss, wie die ökologischen Faktoren, oder eine im Entwickelungsablauf begründete Stoffwechselphase, wie offenbar in den Filamenten und den sich allmählig färbenden Beeren, zustande kommt, oder bereits in der Organanlage vorliegt wie offenbar bei den rot gefärbten Varietäten (TISCHLER 1. c.).

Bei der Beobachtung am natürlichen Standort am Neuhammer-Teich während der Zeit der ersten Fröste (1919) wurden in der Färbungsintensität der einzelnen Oxycoccus-Typen Unterschiede festgestellt. Darauf baute sich folgender Versuch auf:

Nach einem Vorversuch wurden je 5 Zweige der Neuhammer-Teich-Typen in ein-einhalb- und zweiprozentige Rohrzuckerlösung und in reines Leitungswasser (gemäss OVERTON, 1.c.) gestellt, parallel dazu zwei Formen von V. macrocarpon

I. Versuch.	reines Wasser	1%	1,5%	2%
Grosse Myrtenblättrige	-	-	-	-
Kleine "	-	-	-	-
Grosse Punktierte	-	15. Aug. schw.	5. Aug. schw.	5. Aug. schwach
Kleine "	-	15. Aug. schw.	5. Aug. mittel stark	5. Aug. mittel-stark
Kleine Rote	-	15. Aug. schw.	5. Aug. mittel stark 15. Aug. mit-telstark	5. Aug. mittel-stark 15. Aug. stark
Apfelfrüchtige Rote	-	5.Aug. schw.	5. Aug. mittel stark	5. Aug. stark
Hagebuttenfr. Rote	-	15.Aug. mittel stark	15.Aug. mittel stark	15.Aug. völlig
Macrocarpum-Form I	-	-	-	-
Macrocarpum-Form II	-	15. Aug. schw.	15. Aug. mit-telstark	15. Aug. mit-telstark

Schwach = bei wenigen Blättern kleine Farbstoffinseln.
Mittelstark = bei allen Blättern mehr oder weniger grosse Farbstoffinseln.
Stark = Blätter gleichmässig gefärbt.
Völlig = Blätter auch unterseits gefärbt.

in reines Wasser, ein-, eineinhalb- und zweiprozentige Rohrzuckerlösung. Ab und zu wurden die Stengel neu beschnitten.

Beginn des Versuchs: 29. Juli 1920, Ende: 15. August, da sich in einigen Gefässen Pilzbildungen an der Flüssigkeits-Oberfläche zeigten.

Der Versuch wurde vom 20. August bis 22. September in derselben Anordnung

wiederholt. Ergebnis:

1. Das V e r h ä l t n i s der Färbungsintensitäten der einzelnen Typen war dasselbe, aber

2. Die Färbungsintensität an sich war erheblich schwächer als im ersten Versuch.

In reinem Wasser trat keine Verfärbung ein; beide Myrtenblättrige und Form I von V. macrocarpum blieben während der ganzen Dauer des Versuchs in allen Gefässen grün, sie verblieben auch länger als die bereits gefärbten Typen in der Versuchsflüssigkeit, ohne zu reagieren. Die stärkste Färbung zeigten die roten Formen. Die kleine Rote blieb wenig hinter der apfelfrüchtigen und hagebuttenförmigen zurück.

Der Versuch ergab also eine nach Typen bzw. Typengruppen verschiedene Reaktion auf die Zuckerlösung. Die auf das Zuckerreagens erwartete Farbreaktion zeigte eine derart nach Typen verschiedene Intensität, dass sie in den Grenzen des Versuchs dem Merkmalskomplex der Typen zugeordnet werden kann. (Im Hinblick auf diese Versuche wurden mit Pfirsichsorten - Pfirsich zeichnet sich als herbstlicher Anthocyanbildner aus - ähnliche Versuche angestellt, die aber keine Anthocyanfärbung ergaben, in ihrer Eigenart jedoch offenbar für die Pfirsichsorten-Charakteristik Anhaltspunkte zu liefern imstande sind. Diese Versuche sollen noch fortgesetzt werden; über sie wird später berichtet werden.) Es muss hervorgehoben werden, dass unbelichtete Blätter der Zweige - z.B. die Teile, die sich in den Öffnungen der dicken Korken befanden, durch die die Zweige in den Gefässen festgehalten wurden - auch bei den sonst stark gefärbten Zweigen grün blieben.

Welche Bedeutung der Anthocyanfärbung der Zweige in der Rohrzuckerlösung beizumessen ist, dafür wären zwei Erklärungen möglich:

1. Könnten die Zellmembranen der Typen verschieden ausgebildet sein, sodass sich Differenzen in der Diffusion der Zuckerlösung ergäben, und dementsprechend die Färbung sich verschieden schnell ausbildete, oder

2. Die verschiedene Reaktion hienge mit einer entsprechend verschiedenen Konstitution des Plasmas, also des Stoffbildungsapparates, zusammen.

Dass die Myrtenblättrigen sich wie die anderen Typen intensiv zu färben vermögen, erwies sich bei Beobachtung der Pflanzen am natürlichen Standort im Winter: Die zu Beginn der Frostperiode sichtbaren Unterschiede hatten einer gleichmässig braunen Färbung Platz gemacht. Geht schon hieraus die offenbare Bedeutungslosigkeit des ersten Grundes hervor, da die Anthocyanbildung als zellulärer Vorgang - es bilden sich zuerst aus einer oder wenigen Zellen bestehende Farbinseln - unter den gleichen ökologischen Bedingungen bei allen gleichen Zellen ohne Rücksicht auf die Membranen gleiche Reaktionen hervorbringen müsste, so ergab sie sich noch viel mehr aus der Nichtfärbung der unbelichteten, in den Korken befindlichen, den Lösungsdurchzug also vor den gefärbten ausgesetzten Teile, - sofern nicht Licht einen die Permeabilität erhöhenden Faktor darstellt - vor allem aber aus folgendem Versuch:

Am natürlichen Standort intensiv rot gefärbte Zweige aller Typen (je 5) und der beiden V. macrocarpum-Formen wurden am 4. XII. 20 im Zimmer in destilliertes Wasser und zur Herabsetzung der Verdunstung unter eine innen mit befeuchtetem Filtrierpapier überzogene Glasglocke gestellt. Durch diese Anordnung war zugleich die Belichtung herabgesetzt. Zur weiteren Herabsetzung der Belichtung wurde das Material an dunklerem Ort - bei Temperatur von 20 - 25 Grad Cels. aufgestellt.

II. Versuch:

12. XII. 20. Keine Farbänderung, beginnende Entwickelung der Terminalknospe.

17. XII. 20. Starke Entfärbung der Myrtenblättrigen, schwache Entfärbung der übrigen Typen, Treiben mit hellgrünen Trieben.

22. XII. 20. Oberste alte Blätter der Myrtenblättrigen und grossen Punktierten völlig grün, untere nur schwach rot, schwache Entfarbung der übrigen Typen, Form I. von V. macrocarpum grün.

15. I. 21, (inzwischen waren die Versuchszweige der vollen Belichtung

am Fenster und um ca. 10 Grad niederer Temperatur ausgesetzt - der Versuch war ursprünglich angesetzt, um das Treib- und Bewurzelungsvermögen der einzelnen Typen festzustellen -): Myrtenblätterige völlig grün, übrige Typen und Form II. von V. macrocarpum schwach entfärbt.

25. I. 21: Alle Typen bis auf die apfelfrüchtige und hagebuttenförmige Rote und Form II. von V. macrocarpum grün.

Ein zweiter am 20. XII. 20 angesetzter Versuch ergab annähernd dasselbe Resultat.

So wenig also die F ä r b u n g bei der Myrtenblättrigen nach Aufnahme von Rohrzuckerlösung erreicht wurde, so schnell trat in destillierter Wasser die E n t f ä r b u n g ein. Läge die Schnelligkeit der Färbung bzw. der Entfärbung an der diosmotischen Fähigkeit der Membranen, dann müsste der zweite Versuch ebenfalls eine langsamere Farbänderung bei den Myrtenblättrigen ergeben.

Dagegen ist bei Verschiedenartigkeit des Zellinhaltes, bzw. verschiedenartigen chemischen Vorgänge in Zellinhlat der langsamere bzw. schneller Eintritt der Färbung im ersten und die schnellere bzw. langsamere Entfärbung im zweiten Versuch verständlich. Dann wird auch der Intensitätsunterschied des um einen Monat später angesetzten Vergleichsversuchs beim ersten Versuch verständlich, da inzwischen in den Blättern Umbildungen vor sich gegangen sind. Es handel sich offenbar, wie besonders aus diesem Vergleichsversuch hervorgeht, um ein quantitativ verschiedenes Auftreten eines bestimmten Stoffes oder von Stoffen, die hemmend oder fördernd im Anthocyanbildungsprozess auftreten.

CZARTKOWSKI (42) kommt in seinen Untersuchungen über den Einfluss von Stickstoff auf die Anthocyanbildung von Tradescantia-Arten zu dem Schluss: "Der Stickstoffmangel in der Mineralnahrung der grünen Pflanze ruft immer die Anthocyanbildung hervor" und WULFF (37) sagt über Stellaria longipes Gold. (und ähnlich über Poa pratensis): "Während Exemplare aus den mit Vogelexkrementen gedüngten Lokalitäten immer rein hellgrün waren, zeigten dagegen Individuen aus trockenen, mageren und exponierten Standorten immer eine auffallende rotviolette Farbe."

Diesen Befunden entsprechend wurde am 4. XII. 20 ein Parallelversuch zu dem zweiten Versuch (mit destilliertem Wasser) mit 0,1% Kalisalpeter-Lösung bei sonst gleicher Versuchsanordnung angesetzt. Ergebnis:

12. XII. 20. Dasselbe wie in destilliertem Wasser,
15. XII. 20. Starke Entfärbung aller Typen,
5. I. 21. Alle Typen grün.

Daraus scheint für die Typenunterschiede hervorzugehen, dass sich einerseits (Versuch I) in den Myrtenblättrigen Stickstoff in einer Form im Zellsaft oder im Plasma befindet, welche die Anthocyanbildung verhindert, andererseits (Versuch II) Stickstoff bei dem Treibprozess schneller in diese Form übergeführt wird, und dass dies bei den anderen Typen jeweils in entsprechend geringerem Masse der Fall ist.

Um auch bei der Rotfärbung auf Grund von Rohrzuckerlösung (die ja nicht unbedingt in derselben Weise wie die natürliche Rotfärbung erfolgen muss) die Bedeutung des Stickstoffs zu erweisen, wurde am 27. I. 21 ein dritter Versuch in folgender Weise angesetzt:

In 4 Reihen je 2 Zweige mit völlig grünen, oberseits roten und beiderseits roten Blättern von jedem Typ.

III. Versuch:

1. Reihe: in Leitungswasser.
2. " in 0,1% Kalisalpeter-Lösung
3. " in 2% Rohrzuckerlösung
4. " in Lösung von 2% Rohrzucker und 0,1% Kalisalpeter.

Dieser Versuch bestätigte die die Anthocyanbildung verhindernde Wirkung des Stickstoffs. Schon am 3. II. 21 war eine Rotfärbung der grünen Zweige der dritten Reihe mit Ausnahme der Myrtenblättrigen im Gegensatz zu den andern Reihen zu bemerken.

bemerken.

Die Rotfärbung tritt sowohl im Rohrzuckerversuch wie am natürlichen Standort zuerst in einzelnen Zellen, dann in Zellgruppen der obersten Palissadenschicht, zuletzt in der ganzen Schicht auf und kann sich auf tiefere Zellschichten, wie auch auf die subepidermale Schwammparenchymschicht der Blattunterseite ausbreiten. Es handelt sich also bei den Unterschieden im Anthocyangehalt vor allem um eine besondere Konstellation im Assimilationsapparat der einzelnen Typen. Offenbar liegen ähnliche Konstellationen auch bei andern Anthocyanbildnern vor, denn OVERTON (36) trennt inbezug auf die Zuckerreaktion die Pflanzen, "deren Rotfärbung unter natürlichen Verhältnissen auf dem Auftreten von rotem Zellsaft in den Mesophyllzellen beruht", von solchen, "deren natürliche Rotfärbung (etwa im Herbst) der Gegenwart von rotem Zellsaft in den Epidermiszellen zu verdanken ist" und sagt, dass allein die erste Gruppe auf Zuckerlösung mit Anthocyanfärbung zu reagieren scheine.

Sicherlich erfolgt der Vorgang der Anthocyanbildung im Pflanzenreich nicht einheitlich nach demselben Plane. Selbst in derselben Pflanze mögen an verschiedenen Stellen verschiedene chemische Porzesse verantwortlich sein, wie bei V. Oxycoccus in den Blüten, den Früchten und den Blättern, ja vielleicht sind die Anthocyene der einzelnen Organe nicht dieselben chemischen Individuen. Dass die einzelnen Typen in den Blüten und durchaus nicht gleichsinnig (Myrtenblättrige z.B. mit hellrosa Blüten und dunkelblauen Beeren!) in den Beeren verschiedene Farbintensitäten aufweisen, dass auch die Färbung im Assimilationsapparat mit verschiedener Schnelligkeit und Intensität auftritt, zeigt, dass bei den einzelnen Typen ein verschiedener Stoffbildungsapparat vorliegt, zeigt also, dass die Typen ernährungsphysiologische Besonderheiten aufweisen, die, wenn sie auch als chemischer Komplex im einzelnen noch nicht ergründet sind, durch die Anthocyanfärbungs-Verschiedenheit doch sichtbar in die Erscheinung treten.

Anthocyanfärbungs-Unterschiede einzelner Arten derselben Gattung werden selten erwähnt. Nach OVERTON ist z.B. die rötliche Färbung bei Utricularia vulgaris "meist stärker ausgeprägt als bei U. Bremii und U. minor" und gegenüber Lemna minor und L. trisulca ist Spirodela polyrhiza durch unterseits rot gefärbtes Laub und rote Wurzzeln ausgezeichnet, - ein Unterschied, den OVERTON auf Fehlen von Gerbstoff bei den Lemna-Arten und Auftreten von Gerbstoff bei Spirodela zurückführt. Auch WULFF (37) bringt Beispiele von Färbungsunterschieden z.B. bei Saxifraga-Arten.

Für die roten Rassen kommt TISCHLER (40), der sie als Winter-härter als die grünen bezeichnet, zu dem Schluss: "in den roten Rassen sei das Plasma in den Zellen der überwinternden Organe besser genährt und damit - auf eine uns nicht näher bekannte Weise - widerstandsfähiger gegen die Kälte geworden". Dabei denkt er vor allem an eine stoffspeichernde Wirkung des roten Farbstoffes. Doch könnte auch die dauernde Anthocyanfärbung nur als äusseres Zeichen einer bestimmten, chemischen Konstellation des Gesamtplasmas betrachtet werden, die auch ohne die ökologische Wirkung des Anthocyans, besonders seine Strahlenabsorption (STAHL, 38) zu einer stärkeren Plasmaanreicherung führen könnte.

Abgesehen von der Bedeutung, die das Anthocyan für die Pflanze gewinnt, wenn es einmal vorhanden ist, - als Inhaltsstoff mit physikalischen und chemischen Komponenten muss es im inneren und von aussen wirkenden physikalischen und chemischen Kräftespiel eine eben diesen Komponenten entsprechende Stellung in der Pflanze einnehmen - ist es als typisches Ergebnis einer typischen Reaktion auf bestimmte, vielleicht je nach den Anthocyanen verschiedene Stoffwechselvorgänge in der Zelle zu betrachten, bzw. auf eine individuelle oder spezifische Plasmakonstitution als eigentlichem Sitz dieser Stoffwechselvorgänge.

Mithin wäre der Stoffbildungsapparat der Oxycoccus-Typen wie der der macrocarpum-Formen verschiedenartig ausgebildet.

2. Die Sclerotinia - Anfälligkeit.

Sclerotinia Oxycocci Wor. (43) ist auf dem Neuhammerteich-Areal in beschränkten Bezirken verbreitet. Diese decken sich mit dem Vorkommen vor allem der kleinen Punktierten und hagebuttenförmigen Roten. Auch die kleine Rote zeigt einen, wenn auch nur sporadischen Befall, der aber entsprechend der Grösse der Wuchsgebiete der 3 Typen im Prozentsatz erheblich gegenüber den verhältnismässig kleinen Flächen der hagebuttenförmigen Roten und der kleinen Punktierten zurücksteht. Bei systematischem Absuchen des kartographierten Moorstreifens, besonders im Frühjahr 1920, wobei auf das Vorkommen der auffälligne Apothecien geachtet wurde, konnte der Pilz bei keiner der andern Typen festgestellt werden. Wohl aber erwies sich bei mikroskopischer Untersuchung der weisse Inhalt der Samenfächer der kleinen Punktierten, von dem jede Beere erfüllt und der im Vorbericht als besonders auffälliges Merkmal bezeichnet worden war, als das Mycel von Sclerotinia Oxycocci. Es wurde schon gesagt, dass der Typ der kleinen Punkierten einen krankhaften Eindruck macht. Offenbar handelt es sich bei diesem Typ, - der übrigens auf dem Neuhammerteich-Moor nur an einer abgegrenzten Stelle vorkommt - um ein durch dauernden Parasitismus erzeugtes Degeneratiosprodukt. Der Typ wäre also vor allem unter diesem Gesichtspunkt zu betrachten und von der Behandlung im Zusammenhang mit den andern Typen auszuschalten.

Zur endgiltigen Entscheidung der Anfälligkeitsfrage fehlen noch exakte Infektionsversuche, die erst dann durchgeführt werden sollen, wenn aus Samen gezüchtetes Material der Typen und von Vaccinium macrocarpum vorliegt, das gleichen Kulturbedingungen ausgesetzt war. Es bleibt somit auch dahingestellt, ob die sehr starke Anfälligkeit der kleinen Punktierten und der hagebuttenfrüchtigen Roten und die grosse Anfälligkeit der kleinen Roten am natürlichen Standort auf in den Typen begründeten phy siologischen Momenten, also z.B. plasma-chemischen Unterschieden beruht(was wahrscheinlich ist), oder ob vielleicht nur morphologische Besonderheiten dafür verantwortlich gemacht werden müssen.

3. Die Keimfähigkeit der Samen.

Im Vorbericht waren die Gewi chtsunterschiede vollentwickelter Samen der einzelnen Typen bereits angegeben. Es stand zu erwarten, dass sich bei verhältnismässig grossen Differenzen im Gewicht - ein Same der grossen Myrtenblättrigen wog 0,93, der grossen Punktierten 0,39 mg -, also Differenzen in der Menge der bei der Keimung aktiv und passiv wirksamen Stoffe auch Verschiedenheiten in der Keimdauer und Keimintensität (Keimdauer = Zeit von der Aussaat bis zur ersten Keimung; Keimintensität = Keimanzahl pro Zeiteinheit der Keimperiode) zeigen würden. Zu den Keimversuchen wurden nur voll entwickelte, frisch den Beeren entnommene Samen ausgewählt. Es war anzunehmen, dass unter geeigneten Bedingungen zwar Keimdauer und -Intensität verschieden, die schliessliche Keimzahl aber bei allen Typen annähernd gleich gross sein würde.

I. Versuch: Am 5. XI. 19 wurden je 50 Samen aller Neuhammer-Teich-Typen (bis auf die kleine Punktierte, von der die für Keimversuche nötige Zahl von Samen nicht zu beschaffen war), in Petrischalen ausgelegt und am Fenster aufgestellt: eine Reihe auf sterilem Torfmull, in sterilen Schalen, mit destilliertem Wasser befeuchtet; eine andere Reihe auf Heideerde in nicht vorbereiteten Schalen, mit Leitungswasser befeuchtet.

Bis zum 1. XII. 20 war in den Schalen mit Torfmull kein Same gekeimt, in der zweiten Reihe keimte je ein Same von hagebuttenförmiger Roter (25. XI. 19) und grosser Myrtenblättriger (10. XII. 19). Die übrigen Samen waren bei Abschluss des Versuchs (1. XII. 20) nicht mehr keimfähig.

II. Versuch: Je 200 Samen in grosse Schalen auf Heideerde ausgelegt, mit Leitungswasser befeuchtet (siehe Tabelle auf Seite 26).

Ergebnis: 1. In der Keimdauer steht hagebuttenförmige Rote an erster Stelle: die erste Keimung erfolgte 19 Tage nach der Aussaat. An letzter Stelle steht die

grosse Punktierte (mit 46 Tagen).

2. Sowohl grosse Myrtenblättrige wie hagebuttenförmige Rote hatten 2 annähernd durch denselben Zeitraum getrennte Keimperioden. Die zweite lag etwa 1 Jahr nach der Fruchtreife und war bei beiden die längere, Ihre Keimintensität ist geringer als die der ersten.

Aussaat 4. 3, 20	Gr. Myrt.	Kl. Myrt.	Gr. Punkt.	Kl. Rote	apfelf. R.	hageb. R.
Keimperiode	I: 8.4.20 bis 4.5.20 II:20.10. 20 bis 4. 2. 21	19.4.20	19.4.20 bis 10.5. 20	5.4.20 bis 15.5.20	3.4.20 bis 19.4.20	I: 23.3. 20 bis 4.5.20 II:26.10.20 bis 25.1.21
Keimzahl	I: 22 II: 27	1	22	11	18	I: 25 II:15
%	I: 11 II: 13,5	0,5	11	5,5	9	I: 12,5 II: 7,5

3. Bei den Typen mit nur einer für alle fast gleichzeitigen Keimperiode ist keine Relation der Keimdauer zur Samengrösse ersichtlich.

4. Samengewichts- (1) und Keimzahlreihe decken sich nicht. Allein die grosse Myrtenblättrige mit dem grössten Samengewicht besitzt auch die grösste Keimzahl. Dagegen steht die kleine Myrtenblättrige mit 0,5% erheblich gegenüber ihrer Gewichtszahl zurück.

Das Versuchsergebnis gewinnt an Bedeutung beim Vergleich mit Keimungsbeobachtungen am natürlichen Standort. Es zeigte sich, dass

1. Die Samen erst tief im Moos keimen, Vaccinium Oxycoccus also offenbar ein Dunkelkeimer ist,

2. vorjährige, noch rotgefärbte Beeren nie gekeimte Samen aufweisen,

3. in tieferen, fast das ganze Jahr unter Wasser stehenden, vertorfenden Moosschichten in völlig verrotteten Beeren die Keimung erfolgt,

4. die grosse und kleine Myrtenblättrige und hagebuttenfrüchtige Rote (Beeren aus Moosschichten unter reinen Parzellen dieser Typen) durchschnittlich 5 ergrünende Keimlinge enthielten, die anderen ca. 2 - 3 (von Apfelfrucht konnten geeignete Früchte nicht gefunden werden).

Danach ist das Ergebnis des zweiten Versuchs nur durch Einflüsse des veränderten Keimbettes und der besonderen ökologischen Faktoren im Zimmer zu erklären und hat mit der für ein Moor natürlichen Keimfähigkeit der Typen nicht zu tun. Die dabei erheblich abgekürzte Keimdauer lässt auf eine Beschleunigung der Keimungschemischen Vorgänge im Samen schliessen. Dass nur eine beschränkte Anzahl von Samen jedes Typs den besonderen auf die umgestellten Verhältnisse reagierenden Chemismus besitzt, zeigen die herabgesetzten Keimzahlen innerhalb der Typen.

Nebenbei mag im Hinblick auf die unter veränderten Keimbedingungen, besonders veränderter Lichtwirkung erfolgende Keimung an den teleologischen Gesichtspunkt erinnert werden (dem im übrigen theoretische Bedeutung nicht beigemessen wird), dass die Verbreitung der V. Oxycoccus-Samen durch Vögel auch andersartige Keimbedingungen zu schaffen vermag, wodurch z.B. die Lichtkeimung auch unter natürlichen Verhältnissen nicht ausgeschlossen wäre.

Die Tabelle auf Seite 27 stellt die Keimprozente im Versuch und unter den Bedingungen des Moors einander gegenüber und in Vergleich zu der durchschnittlichen Anzahl keimfähiger Samen pro Beere jedes Typs.

Zur Analyse der Keimbedingungen von Versuch II. sind am 10. X. 20 mehrere Parallelversuche begonnen worden, um unter Ausschaltung anderer Faktoren, z.B. die

die Keimung hemmende oder fördernde Wirkung des Lichtes, der Frucht- und Humussäure, des Wassers, von Bakterien und Pilzen (vergl. Versuch I. mit sterilem

Typus	Durchschnittl. Samenanzahl	Keimprozent Versuch II.	Keimprozent auf Moor.
Kl. Myrtenblättrige	2,8	0,5	96,0
Gr. "	9,5	24,5	53,0
Gr. Punktierte	8,01	11,0	32,5
Kl. Rote	5,23	5,5	50,0
Apfelfr. Rote	10,9	9,0	.
Hagebuttenfr. Rote	8,8	20,0	56,0

Torf!) etc. zu erweisen. Hier genügt die Feststellung, dass überhaupt eine verschiedene Reaktion der einzelnen Typen auf einen gleicher Bedingungskomplex vorliegt, einerseits den des II. Versuchs, andererseits den des Moors.

4. Die Erblichkeitsfrage.

Die bisherigen Erörterungen, die, über den Rahmen der alten Artdiagnose für Vaccinium Oxycoccus hinausgehend, den Merkmalskomplex der einzelnen Typen aus morphologischen, anatomischen und physiologischen Bestandteilen formten, gestatten nicht mehr von einer Spezies V. Oxycoccus schlechthin zu sprechen. Man könnte sie als Kollektiv-Spezies bezeichnen, freilich nur in dem Sinne, dass die Spezies mehrere Gruppen in gewissen morphologischen, anatomischen und physiologischen Charakteren typisch verschiedener Individuen umfasst, die durch die ursprüngliche Artdiagnose nicht identifizierbar sind, sodass die alte Art V. Oxycoccus tatsächlich ihre eng umschriebene Berechtigung verliert, so wie die von ihrer Diagnose abgeleiteten Varietäten. Es ist aber nach den bisherigen Untersuchungen nicht möglich, zu entscheiden, welcher der Typen als Urtyp aufzufassen ist, ebenso wie die Begriffe Nebentyp und Grundtyp nur Ordnungsbegriffe bleiben, da ihre eventuelle Berechtigung noch experimentell begründet werden muss.

Die drei Fragen, die schon im Vorbericht berührt wurden und die die Hauptfragen der weiteren Untersuchung bilden, müssen nunmehr gestellt werden. Handelt es sich um Modifikationen, also nicht erbliche Abänderungen von einer Grundform, z.B. Produkte äusserer Einflüsse, um Kombinationen, d.h. erbliche Kreuzungsprodukte zweier oder mehrerer verschiedener Formen, etwa einer macrocarpum- und einer Oxycoccus-Urform oder verschiedener Oxycoccus-Formen allein, oder um Mutationen, also erbliche nicht auf Kreuzung beruhende, vererbbare Abänderungen? Die Beantwortung dieser 3 Hauptfragen allein kann über den sexuellen Wert der Typen entscheiden und würde eine verwandtschaftliche Gliederung ermöglichen, die sich auf der stofflichen Überindividualkonstanz aufbaut. Alle 3 Fragen können nur durch Züchtungsversuche und Zuordnung der Zuchtergebnisse zu einem Typ entsprechend ihrem Merkmalskomplex gelöst werden.

Im ökologischen Teil ist zwar erwiesen worden, dass die Typenmerkmale trotz in bestimmter Weise veränderter Bedingungen konstant blieben, aber, wenn auch der jeweils gewählte neue Bedingsungskomplex die Gewähr zu bieten schien, dass im Falle des Vorliegens von Modifikationen entsprechende Umformungen eintreten würden, ist damit, dass die Umformungen nicht eintraten, doch noch nicht bewiesen, dass die Typen tatsächlich keine Modifikationen darstellen. Es wäre vielmehr möglich, dass nur die Bedingung nicht gefunden wurde, deren Abänderung eine Reaktion erzielt hätte, und überdies dürfte erst die Reaktion der Nachkommen auf die veränderten Bedingungen für die Beurteilung, ob eine Modifikation vorliegt, massgebend sein. Die Wahrscheinlichkeit jedoch, dass es sich um Modifikationen handelt, ist nicht sehr gross, zumal die Typen an weit voneinander entfern-

ten, nach ihren geologischen, also letzten Endes physikalisch-chemischen Faktoren gänzlich verschiedenen Lokalitäten untermischt vorkommen, wie bei Besprechung der geographischen Verbreitung der Typen bereits gesagt wurde. Und doch ist eine endgiltige Stellungnahme erst möglich, wenn das Argument der Erblichkeit entschieden hat.

Erweisen sich die Typen als erblich, dann blieben nur die Möglichkeiten: Kombination oder Mutation oder Kombination nach vorausgegangener Mutation. Es ist zweifelhaft, ob derart eine Aufklärung aller Typen möglich ist, jedenfalls aber wären durch die bewusste Züchtung, falls es sich um Populationen handelt, reine Linien festzustellen. Durch deren Kreuzung untereinander und mit V. macrocarpum wäre dann jeder Typ künstlich neu zu schaffen, also es wäre historisch zu erweisen, ob die gesetzten Grund- bzw. Nebentypen genotypisch begründet sind.

Das Hauptmittel der Züchtung in diesem Sinne ist die künstliche Befruchtung unter Ausschaltung der durch natürliche Bestäubung gegebenen Fehlerquellen.

a, Bestäubungsversuche.

Als Material für die Bestäubungsversuche dienten die im Gewächshaus (Kalthaus) verpflanzten Typenexemplare. Auch bei den im Freiland in Gartenerde kultivierten Pflanzen wurden Versuche angesetzt. Infloge der schlechten Witterung während der Blütezweit verdarben jedoch die Blüten in den Umhüllungen.

Die Lage der generativen Organe in der Blüte zueinander ist durch das dichte Anliegen der Filamente und der Ausschütteröhren in enger Röhre um den Griffel gekennzeichnet (Abb. 25). Knospen und anfänglich auch die Blüten sind hängend. Erst später (auch wenn keine Befruchtung erfolgt ist) richtet sich der Fruchtknoten auf. In der Knospenlage sind zwar die Öffnungen in der Ausschütteröhre (cf. oben, Seite 13) schon gebildet, aber die Pollentetraden sind noch feucht und ballen sich in den Antheren, sodass sie nicht herausfallen können. Nur durch starken Druck auf die Antheren kann man sie in die Ausschütteröhre zwängen, wo sie aber auch, offenbar infolge der ihnen anhaftenden Feuchtigkeit, hängen bleiben. Die Petala rollen sich ungefähr am 5. Tage nach dem Aufblühen rückwärts ein.

Vorversuch: Am 14. IV. 20 kamen Pflanzen der Grossen Punktierten, die über Winter im Zimmer und zu Beginn der warmen Frühjahrsperiode 1920 im Gewächshaus aufgestellt waren, zur Blüte. Um die Empfindlichkeit der Oxycoccus-Blüten gegen vorzeitiges künstliches Öffnen der Knospen und gegen Exstirpation der Antheren zu prüfen, wurden in je 10 Blüten, die noch im Knospenzustand in Watte-verschlossenen Glasröhrchen eingeschlossen worden waren, unter Beachtung aller Vorsichtsmassnahmen:

1. Selbstbestäubung erzeugt durch Abstreifen des noch feuchten eigenen Pollens auf die Narbe nach Exstirpation der Antheren im Knospenzustand dicht vor dem Aufblühen (durch Aufblähen der Petala gekennzeichnet),

2. Nachbarbestäubung nach vorherigem Entfernen der Antheren im Knospenzustand (wie 1) mit feuchtem Pollen einer anderen Blüte (nicht derselben, sondern einer anderen Pflanze):

a. sofort nach der künstlichen Knospenöffnung,

b. nach ca. 6 Tagen (ungefähr die Zeit, die normal bis zum Umrollen der Petala verstrichen wäre. Das Umrollen erfolgte auch zu derselben Zeit),

3. Selbstbestäubung durch Ausschütten des trockenen Pollens auf die eigene Narbe nach natürlicher Öffnung der Blüte und Zurückrollen der Petala,

4. Nachbarbestäubung durch Ausschütten trockenen Pollens einer mit zurückgerollten Petalen aufgeblühten Blüte auf im Knospenzustand (wie 1) der Antheren beraubte Blüte. (Nebenfragen, wie Empfängniszeit der Narbe, Wirksamkeit des reifen Pollens benachtbarter Blüten derselben Pflanze u. a. wurden zunächst nicht berücksichtigt.)

Um zu verhüten, dass durch Wachstumskompensation eventuell die fremdbestäubten vor den selbstbestäubten Blüten oder umgekehrt, die sich natürlich öffnenden vor den künstlich geöffneten und der Antheren beraubten oder umgekehrt in's Über-

gewicht kommen und der infolge minder glücklicher plasmachemischer Konstellation weniger entwickelungskräftigen Anlage alle Nährstoffe entziehen könnten, wurden die verschiedenen Bestäubungsmodi an getrennten Pflanzen vorgenommen mit folgendem Ergebnis:

Zu 1. " 2. a & b. — Vertrocknen der Blüten kurz nach, auch vor dem Zurückrollen der Petala, mit einigen Ausnahmen, bei denen ein geringes Schwellen des Fruchtknotens eintrat.

Zu 3. — Normales Abblühen nach durchschnittlich 15 Tagen; anfängliches Schwellen des Fruchtknotens, bei 3 Blüten stärkeres Schwellen mit dem Anschein von Fruchtansatz; dann Vertrocknen, vom Fruchtstengel beginnend.

Zu 4. — Normales Abblühen nach durchschnittlich 15 Tagen, Fruchtansatz bei allen bestäubten Blüten; später kräftige Entwickelung der Früchte.

Der für die Ernährungsphysiologie der Blüte bedeutsame Eingriff der Antheren-Exstirpation schadet der Weiterentwickelung der Blüte also nicht erheblich: Freilich wenn die Bestäubung nicht zugleich einen Anreiz zu stärkerem Nährstoffzustrom bietet, tritt die sonst normale Fruchtknotenschwellung selten ein. Der verstärkende Anreiz erfolgt aber nur dann, wenn vollentwickelter, trockener, f r e m d e r Pollen auf eine vollentwickelte Narbe gelangt, wodurch eine Befruchtung mit Umstellung der plasma-chemischen Konstellation zu neuem Wachstum erzielt wird. Bei Selbstbestäubung erfolgt zwar anfänglich noch ein normaler Nährstoffzustrom, der - ohne die Störung durch Entfernen der Antheren - ein Verdicken des Fruchtknotens bewirkt (vergl. Seite 17), aber die Selbstbestäubung vermag nicht die neue ernährungsphysiologische Konstellation im Fruchtknoten zu bewirken, die zum Fruchtansatz führt: im generativen Apparat fehlt offenbar eine Plasmaverschmelzung mit einem für die Nährstoffrichtung zum Fruchtknoten günstigen resultierenden Plasma. Ob tatsächlich bei Selbstbestäubung überhaupt keine Verschmelzung, also keine Befruchtung erfolgt, konnte einwandfrei noch nicht erwiesen werden. Ein Eindringen des Pollenschlauchs in die Narbe erfolgt ab und zu, vermutlich erlahmt die Wachstumsenergie des Pollenschlauches noch innerhalb des Griffels

Für den Hauptversuch mit allen Typen ergaben sich darnach folgende Richtlinien: Durchführung einerseits der Selbstbestäubung nach natürlichem Aufblühen und Zurückrollen der Petala, andererseits der Nachbarbestäubung mit Pollen aus natürlich sich öffnenden Blüten (mit zurückgerollten Petalen) nach Antherenexstirpation im Knospenzustande, aber erst nach dem Zurückrollen der Petala, beides an getrennten Pflanzen.

Nach diesem Plan wurde vom 20. bis 27. V. 20 unter Anwendung aller Vorsichtsmassregeln des Vorversuchs die Bestäubung von je 2 mal 10 Blüten der beiden Myrtenblättrigen, der grossen Punktierten und der kleinen Roten, von je 2 mal 5 Blüten (bei dem geringen Blütenansatz dieser Formen standen nur wenig Blüten zur Verfügung) von apfelfrüchtiger und hagebuttenfrüchtiger Roten und des ungefähr 3 Wochen später blühenden V. macrocarpum durchgeführt.

Durchgehends starben die selbstbestäubten Blüten aller Typen, desgleichen von V. macrocarpum nach geringem Schwellen des Fruchtknotens ab, die fremdbestäubten - die Bestäubung geschah als Nachbarbestäubung nur innerhalb der Typen - setzten Früchte an, die sich bis auf wenige, die offenbar beim Entfernen der Antheren zusehr gelitten hatten, normal entwickelten. Der Samengehalt hielt sich ungefähr im Durchschnitt des Typs.

Somit ist erwiesen, dass Geitonogamie bei Vaccinium Oxycoccus und V. macrocarpum mindestens sicherer zum Erfolg führt als Autogamie, wenn nicht das Ergebnis der 65 normalen Selbstbestäubungen überhaupt gestattet, Autogamie für völlig erfolglos zu erklären.

Der Rest der Blüten jedes Typs blieb völlig unbehandelt und wurde bezeichnet. Ein grosser Teil dieser Blüten entwickelte Früchte. Wie ist bei diesen die Bestäubung erfolgt?

b. Blütenbiologische Beobachtungen.

Im Beginn der Blütezeit unterscheiden sich die Typen am natürlichen Standort auffällig, während sich der Unterschied im Gewächshaus verwischte: Zuerst blühen die Myrtenblättrigen, dann folgen ziemlich gleichzeitig die Roten und zuletzt die punktierten Typen. Der Unterschied der Blütezeit von Oxycoccus und Macrocarpum ist ziemlich erheblich. Im Gewächshaus differieren sie um ungefähr 3 Wochen, im Park um fast 4 Wochen.

WARMING (44) ist der Meinung, dass bei der Form pusilla Rupr. (offenbar = microcarpa Turcz.) in Grönland vielleicht schon in der Knospe Selbstbestäubung eintritt, "da die Fruchtbildung hier eine sehr reichliche ist". Dann müssten 1. die Pollentetraden schon in der Knospenlage ausstäuben können, 2. die Selbstbestäubung auch zur Selbstbefruchtung führen. Nach den Bestäubungsversuchen ist beides unwahrscheinlich. Es wäre aber nicht ausgeschlossen, dass die zitierte Form tatsächlich einen gänzlich anderen Typ darstellt.

Andererseits ist das Argument MÜLLER's (44), die röhrenförmige Anordnung der Staubgefässe, die nicht nur nutzlose Gäste vom Honig abhalte, sondern auch die Bienen, denen die Blüte "angepasst" sei, zur Vermittelung der Kreuzung nötige, wohl ebensowenig beweisend für Fremdbefruchtung wie der Hinweis auf die Purpurfarbe der Filamente, die die "Wirkung" der ebenso gefärbten Blütenblätter verstärken. WULFF (37) sagt im Hinblick auf die Anthocyanfärbung: "Die Farbenintensität der arktischen Blüten wäre also eine durch klimatische Faktoren bedingte Erscheinung und man brauchte nicht zu der Hypothese zu greifen, dass die Pflanzen eine vermehrte Farbstoffproduktion in ihren Blüten deshalb zustande brächten, um sich in diesen insektenarmen Böden den Besuch von Insekten zu sichern". (45). MÜLLER hat auch tatsächlich beobachtet, dass Honigbienen, die auf dem Sphagnum den Durst löschten, sich um die Blüten nicht kümmerten.

Und doch muss Fremdbestäubung erfolgen, sonst wäre der starke Fruchtansatz am natürlichen Standort gemäss der durch die Bestäubungsversuche als wahrscheinlich erwiesenen Selbststerilität nicht verständlich.

Völlig trockener Pollen fällt schon bei geringer Berührung der Blüte aus den Röhren, sodass ein Verstäuben durch den Wind leicht möglich ist.

Ferner wurden aber am natürlichen Standort 2 Hummelarten (Bombus terrestris und B. hypnorum?), die auf dem feuchten Moos tranken, wiederholt beim gierig anmutenden Anfliegen mehrerer Blüten hintereinander beobachtet. Daneben aber setzen sich oft Mücken verschiedener Arten (darunter Erioptera lutea) beim Schweben dicht über dem Moos auf den Blüten ab (wobei sie gespreizt unter der Narbe hängen) und erschüttern die Blüten beim Anflug so stark, dass Pollen ausstäubt (46). Wenn auch die Möglichkeit des Anhaftens von Pollen für Mücken wie für Fliegen (im Gewächshaus wurden Fliegen an den Blüten beobachtet) gering ist, spielen sicherlich die zahlreichen Besuche der Mücken mit ihren oft durch feine Borsten rauhen Körpern eine Rolle bei der Befruchtung.

Bei den unbehandelten Blüten im Gewächshaus ist möglicherweise für den Fruchtansatz auch neben dem beobacheten Fliegenanflug Bienenbesuch verantwortlich.

c. Sämlinge.

Die voll entwickelten Samen der einzelnen Typen aus dem Bestäubungsversuch sollen die Grundlage zur Züchtung reiner Linien bilden. Daher wurde auch, um möglichst viele typenreine Samen zu erhalten, auf die Kreuzbestäubung von Typ zu Typ, deren Ergebnis kaum in Frage steht, vor der Hand aus Platzmangel verzichtet. Die Aussaat der Samen ist bereits erfolgt. Bei der Länge der Keimdauer und der Vegetationsperiode ist erst frühestens in ca. 3 Jahren mit der ersten Fruchtbildung aus dieser Samenernte zu rechnen, sodass erst dann eine Gesamtbeurteilung der Nachkommenschaft nach ihrem Merkmalskomplex und die Kreuzung zur genealogischen Beurteilung aller Typen möglich sein wird.

Um aber schon früher ungefähr ein Urteil über den sexuellen Wert der Typen

zu erhalten, wurden die Sämlinge aus der ersten Keimperiode der vergleichenden Keimungsversuche (Seite 25) unter gleichen Bedingungen weiter behandelt, nach Entwickelung der ersten 4 Laubblätter zum ersten Male und nach ca. einem Monat zum zweiten Male pikiert und im Gewächshaus in Heideerde ausgepflanzt. Von der ursprünglichen Anzahl verblieben (durch Schwarzbeinigkeit giengen etliche zugrunde) bei der grossen Myrtenblättrigen 12, der kleinen Myrtenblättrigen 1, der grossen Punktierten 10, der kleinen Roten 11, der apfelfrüchtigen Roten 13, der hagebuttenfrüchtigen Roten 19 Pflänzchen.

Bisheriges Ergebnis:

1. Schon im Habitus sind die meisten Nachkommen der Typen als zum Typ der Mutterpflanze gehörig zu erkennen, vor allem ist der Unterschied in der sparrig-aufrechten Verzweigung der Myrtenblättrigen gegenüber den kriechenden Ranken der anderen Formen typisch, ebenso die Grossblättrigkeit der apfelfrüchtigen und hagebuttenfrüchtigen Roten gegenüber den anderen Typen, wenn auch die Blätter aller Typen durchschnittlich in der Grösse erheblich hinter denen der Mutterpflanzen zurückbleiben;

2. Unter den Nachkommen der grossen Myrtenblättrigen, der apfelfrüchtigen und hagebuttenfrüchtigen Roten sind Formen, die den Typ der Mutterpflanze weder habituell noch nach anatomischen Merkmalen zugeordnet werden können, wohl aber einem anderen Typ: Bei der grossen Myrtenblättrigen gehören 6 Pflanzen, bei der apfelfrüchtigen Roten 4, bei der hagebuttenfrüchtigen Roten 7 zum Typ der kleinen Roten.

Nach den blütenbiologischen Beobachtungen im Verein mit der durch das Experiment wahrscheinlich gemachten Selbststerilität der Typen ist kaum zu zweifeln, dass die Samen aus Fremdbefruchtung hervorgegangen sind, wobei die Möglichkeit von Xenogamie (also Kreuzung zweier Typen) so gross ist, dass kaum bezweifelt werden kann, dass das Aussaatergebnis auf frühere Kombinationen als Grund für die Typenspaltung hinwiest, wenn auch die Typen im Beginn ihrer Blütezeit ein wonig differieren (Seite 30).

Durch die Aussaat ist die Erblichkeit, die stoffliche Überindividualkonstanz der Typenmerkmale, soweit sie bisher in die Erscheinung getreten sind, erwiesen. Modifikation als treibender Faktor für die Typenbildung muss also wohl verneint werden.

Das alleinige Auftreten der kleinen Roten neben typischen unter den Deszendenten gibt der Vermutung des Vorberichtes neuen Rückhalt, dass es sich um Kreuzung zweier ursprünglich regional getrennter Typen, eines östlichen, der kleinen Roten, und eines westlichen, der grossen Punktierten, die zahlenmässig der kleinen Roten im Verbreitungsgebiet ungefähr gleichsteht, handelt, und dass die Vielgestaltigkeit zum Teil durch diese Kreuzung veranlasst, zum Teil allerdings durch die den Vaccinien überhaupt (28) eigene Variabilität verstärkt wurde.

Für die Annahme einer Bastardierung Vaccinium Oxycoccus x macrocarpum ist zunächst kein Beleg zu erbringen. Im Gegenteil sprechen schwerwiegende Einwände dagegen:

1. Die Differenz der Blütezeit ist erheblich (ähnlich läge es freilich bei V. Myrtillus x vitis idaea, wo trotzdem die Existenz eines Bastardes var intermedium Ruthe behauptet wird)

2. Die Anbauverbreitung von V. macrocarpum fällt nur an wenigen Stellen mit natürlichem Vorkommen von V. Oxycoccus zusammen, dagegen treten

3. die Typen gemeinsam an entlegenen Stellen auf, an denen ein Anbau von V. macrocarpum nicht erfolgt ist,

4. Wurde gerade in Grenzzonen von Oxycoccus- und macrocarpum-Beständen bei V. Oxycoccus Typeneinförmigkeit beobachtet.

Entscheiden lässt sich diese Frage freilich erst nach Kreuzugsversuchen.

VI. SCHLUSS.

Untersuchungen über die Variationsbreite von Arten sind selten. Sie sind als erste Grundlage für Arbeiten wie die vorliegende zu betrachten. Wenn hier der erweiterte Typenkreis von Vaccinium Oxycoccus aufgestellt und für seine weitere Vervollkommnung nach Spielraum gelassen wurde, so ist damit der Anfang zur Analyse der Art V. Oxycoccus gemacht worden. Die weitere Arbeit wird sich mit der Variations-Statistik innerhalb der Typen zu beschäftigen haben. Wenn ARCICHOVSKY (47) sagt, "dass es keine einzige normale Grösse, keine einzige "mittlere" Pflanze für jede Pflanzenart gibt, es gibt vielmehr ebenso viele normale Grössen, wie es viele natürliche Standorte gibt", so ist damit die variationsstatistische Analyse nicht erschöpft. Nicht nur die Mannigfaltigkeit der äusseren Faktoren schafft die Mannigfaltigkeit der Formen, sondern - das beweisen die Typen von Vaccinium Oxycoccus vor allem als physiologische Komplexe - das Plasma, das den Typ als Lebenseinheit ausmacht, bildet die stoffliche, wenn auch bei weitem noch nicht chemisch definierte Grundlage der Formenfülle. Die gestaltlichen Auswirkungen des Stofflichen an jedem Pflanzentyp zu ergründen, ist Sache des Experiments im Sinne von KLEBS (48). Gestaltlich und stofflich in bestimmter Form umschriebene Individuenreihen, "reine Linien", sucht die exakte Erblichkeitslehre (49) aus der Mannigfaltigkeit eines Artbestandes herauszuschälen. Nicht einer dieser Wege allein, sie alle zusammen vermögen erst die umfassenden Grundlagen für die Genealogie zu liefern: Durch sie wird sich der Begriffsbereich von Genus, Species, Varietas etc. verwischen, durch sie wird er aber auch der Willkür entrückt.

Literatur-Verweise und Anmerkungen.

(1) Gleisberg in Ber. D. Bot. Gesellsch. XXXVII (1919) Heft 10. - (2) Koch, Dendrologie, Erlangen 1872. - (3) Koch, Deutsche Obstgehölze, Stuttgart 1876. - (4) Willkomm, Forstliche Flora, Leipzig 1875. - (5) Loudon, Arboretum Britannicum London 1854. - (6) C. A. Weber, Über die Vegetation und Entstehung des Hochmoors von Augstumal (Berlin, Parey, p. 86). - (7) Plettke in "Aus der Heimat", Jahrb. Ver. Naturk, Unterweser für 1899 (Bremerhaven 1900) p. 92 - 95. - (8) Leimbach, D. bot. Monatsschr. 1911, nr. 8 - 9. - (9) C. K. Schneider, Ill. Handb. der Laubholzkunde, Jena 1904 - 1912. - (10) Von Interesse ist auch die Notiz in "über die Vegetation d. hohen u. d. Vulkanischen Eifel" , Dr. Wirtgen, in Verh. d. naturh. Vereins d. preuss. Rheinland u. Westfalens, Bonn 1865: "Zu Mosbruch und Uelmen heisst sie Rietbeere, zu Strohn und Gillenfeld heissen die Früchte Märchenäpfel in der runden und Märchenbirnen in der länglichen Form". Ferner L. Wittmack (Gartenflora 1889):"Von V. Oxycoccus fand ich bei Skaby (Mark) rote Früchte in Birnenform"und Berber, Flora der Görlitzer Heide (Abhandl. Nat. Ges. Görlitz XX) "Im Schaukelmoor erreichen die Früchte oft annähernde Grösse wie bei V. macrocarpum. Überall findet sich neben der typischen Form mit blutroten und etwas bereiften Früchten auch diejenige mit gesprenkelten Beeren. Letztere reifen später. Ausserdem kommen Varietäten vor mit eiförmigen (am Wohlen) und völlig birnförmigen Früchten (Lippschewiese)". - (11) z.B. Ergebnisse d. pflanzengeogr. Durchf. v. Württemberg, Baden und Hohenzollern in Jahresber. Ver. Vaterl. Naturk. Württemberg, Stuttgart 1909 (mit Verbreitungskarte); Pflanzengeogr. Durchf. Bayerns, Dr. Paul, Ber. Bayr. bot. Gesellsch. München XII, Heft 2; Schwarz, Flora d. Umg. v. Nürnberg u. Erlangen nach Mitteil. Natur-hist. Gesellsch. Nürnberg; Nöldecke, Flora Goettingensis, Celle 1886; Brandes, Flora d. Prov. Hannover, 1897 u. a. Lokalfloren. - (12) Im Vorbericht "Gefleckte" genannt. - (13) Im Vorbericht "Apfelfrucht". - (14) Im Vorbericht "Hagebuttenförmige". - (15) Ascherson und Magnus in Verh. K.K. zool.-bot. Gesellch. Wien 1891. - (16) Von Warming, "Über Grönlands Vegetation", Bot. Jahrb. von Engler X (1889): Die Exemplare von Oxycoccus palustris gehören zu den Formen microphyllus und microcarpus, beide mit sehr kleinen Blättern. - Ob diese Form microcarpus mit der var. microcarpa zusammenfällt, ist nicht ersichtlich. Über eine besondere Form microphyllus wurde ausser dieser keine

Angabe gefunden. - (17) Turczaninow, Flor. Baical. II. p. 195. - (18) Dunal in DC. Prodr. VII (1839) p. 577. - (19) Beitr. z. Pflanzenkunde d. Russ. Reiches, herausgeg. v.d. Akad. d. Wissensch. St. Petersburg 4. Lieferung (1845) p. 56. - (20) Ein kleinblättriger Oxycoccus-Typ des Berliner Harbars (F. d. l. Roche, Paris) Abb. 2, Fig. 3, der dem Typ der "kleinen Roten" entspricht, weicht weder in der Grösse der Blätter, noch ihrer Nervatur (5 - 6 Seitennerven) noch in der Kelwährend z.B. der Typ mit mittelgrossen derben Blättern (Lyck Ostpr.) Fig. 5 der grossen Myrtenblättrigen zuzurechnen ist. - Das Breslauer Herbar weist eine grössere Formenmannigfaltigkeit (Abb. 3) auf als das Berliner, hier ist "var. microcarpa" reich vertreten. Die auf den Blättern angegebenen Standorte: Labrador, Finnland, (Prov. Karelien, Fig. 1 und Satakunta), Jütland, Ostergotland, Tirol und Seefelder bei Reinerz etc. scheinen die Verbreitung vor allem in kältere Klimate zu verlegen. - Dass sich unter den Herbarblättern eines (Iserkamm) Fig. 2, findet, auf dem Pflanzen mit 5-, ja 6-zähligen Blüten vorkommen, wie sie auch die Abbildung der D. bot. Monatsschrift (8) zeigt, und wie sie am Neuhammerteich bei der "grossen Punktierten" und "kleinen Roten" ebenfalls festgestellt wurden, ist interessant, weil in der 5- und 6-Fächerigkeit der Früchte der "hagebuttenf. Roten" eine Analogie vorliegt. - Zwei besonders auffallende Typen birgt das Breslauer Herbar: eine breitblättrige, scheinbar vor allem in Polen vorkommende (z.B. bei Grodno, Fig. 3) und eine Form mit grossen, breit elliptischen Blättern (z.B. bei Wilomierz, Fig. 4), leider beide nicht mit Früchten. - (21) Asa Gray Syn. Fl. N. Am. II (1886) p. 396. - (22) Niedenzu in Engl. Jahrb. XI (1890) - (23) Solereder, Syst. Anat. Dicot. Stuttgart 1899. - (24) Porsch, Der Spaltöffnungsapparat im Licht der Phylogenese. Jena 1905. - (25) Stahl in Ann. Jard. Buitenz. 1896. - (26) Tschirch, Angew. Pflanzenanat. I (1889). - (27) Drude in Engl.-Prantl, Nat. Pflanzenfam. - (28) Auch von Vaccinium Myrtillus gibt es verschiedene Formen, mit deren Untersuchung begonnen worden ist. Genannt sei z.B. var. leucocarpum Aschers. et Magn., var. baccis albis piriformibus (Nomencl. bot. von Heinhold), var. erythrocarpum Aschers. et Magn., var. coronatum Jakobasch in Mitt. Thür. Bot. Ver. N. F. XIX (1904), var. microphylla (Wiesner, in Sitzungsber. K.K. Akad. Wiss. 1905, CXIV, Abtg. I) und eine von mir beobachtete Form mit birnenförmigen, dunkelblau gefärbten Früchten. Wie weit in diesem Fall die Verteilung der Typen der Assimilationssysteme auf die Myrtillus-Typen (der Varietäten-Charakter dürfte vorläufig problematisch sein) durchführbar ist, müsste erst untersucht werden. - (29) Gleisberg in Naturw. Wochenschr. 1920, nr. 26. - (30) Artopoeus in Flora XCII (1903). -(31) Vergl. Porsch, Ber. D. bot. Gesellsch. XXXI (1913) Heft 10: "Bedenken wir, dass die Bildung des Pollens und die Ernährung des Embryos ein reichliches Zuströmen von Assimilaten voraussetzt, deren Maximalbedürfnis erst durch den Eintritt der Befruchtung gegeben ist, so wird häufig ein Überschuss von Assimilaten unvermeidlich gewesen sein. Und dieser Überschuss kann in Anthocyan umgewandelt worden sein, wofür wir zahlreiche Parallelfälle kennen. ... So könnte die Entwickelung von Anthocyanen aus überschüssigen Assimilaten rein kausal die erste physiologisch-chemische Veranlassung zur Entwickelung eines Schauapparates gebildet haben". - (32) Vergl. auch Sachs, Vorlesungen Pflanzenphys. 2. ed. (1887) p. 261: "Diese Nektarien nun scheiden, wenn die betr. Pflanzenteile kräftig turgescieren, zuckerhaltige Säfte aus".- Während Sachs die exosmotische Wirkung für wahrscheinlich hält, wodurch die stärkere Tropfenbildung an warmen Tagen als Wirkung der stärkeren Zuckerkonzentration erklärlich wird, lässt er die Frage der ersten Ausscheidung dieses Zuckers offen. - (33) Verg. R. Combes in Ber. D. Bot. Gesellsch. XXXI (1914); Overton in Pringsh. Jahrb. XXXIII (1899), Löwischin in Ber. D. bot. Gesellsch. XXXII (1914). - (34) Sierp in Pringsh. Jahrb. LIII (1913), zitiert nach Kraus in Sitzungsber. Phys. Med. Gesellsch. Würzburg 1915. - (35) Richter, Die bot. Systematik u. ihr Verhältnis zur Anatomie und Physiologie der Pflanzen. Wien 1885. - (36) Overton in Pringsh. Jahrb. XXXIII (1899). - (37) Wulff, Botanische Beobachtungen aus Spitzbergen, Lund 1902. - (38) Pick in Bot. Zbl. 1883, 2; Kerner v. Marilaun ,

Pflanzenleben (1887); Kny in Atti Congr. bot. internat. 1892; Stahl in Ann. Jard. Buitenz. 1896. - (39) z.B. Müller-Thurgau in Landw. Jahrb. XI (1882); Lidforss in Bot. Ztbl. LXVIII (1896). - (40) Tischler in Beih. Bot. Ztbl. XVIII (1905).- (41) Tswett in Ber. D. bot. Ges. XXXII (1914); Combes, l.c.; Tunmann, Pflanzenmikrochemie (Berlin 1913); Willstätter in Sitzungssber. Preuss. Akad. 1914; Willstätter und Mallison in Sitzungsber. Preuss. Akad. 1914. - (42) Czartkowski in Ber. D. bot. Gesellsch. XXXII (1914). - (43) Woronin in Mem. Acad. St. Pétersb. 1888. - (44) Warming zitiert nach Knuth, Blütenbiologie II (Leipzig 1889). - (45) verg. auch Warming, über die Biologie der Ericaceen Grönlands, ref. in Bot. Ztbl. XXV (1886). - (46) Frh. v. Schilling (in Prakt. Ratgeber f. Obst- und Gartenbau 1901, p. 193)hat Mücken auch Honig-saugend beobachtet. - (47) Klebs, Willkürliche Entwickelungsänderungen bei Pflanzen. Jena 1903; Klebs, Über künstliche Metamorphosen in Abh. Naturf. Gesellsch. Halle XXV. - (49) Johannsen, Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena 1909.

Additamenta monographica 1922.

Auctore CARL MEZ.

(Fortsetzung von I. p. 266.)

Ardisia rigidula Mez nov. spec.- Arbuscula 4 - 5-metralis ramulis crassiusculis, tortuosis, novellis quoque glaberrimis, adultioribus cortice cinereo obtectis. Folia petiolis usque ad 10 mm longis, leviter canaliculatis, margine paullo undulatis stipitata, late lanceolata, basi acuta apice longe acuminata, rigidula, saturate glauco-viridia, glaberrima, utrinque dense prominulo-costulata et laxe reticulata, punctulis prominulis atris secus marginem haud crebrioribus densiuscule conspersa, nitidula, ad 0,16 m longa et 35 mm lata. Inflorescentiae e ramulis novellis, bracteis nullis laterales, subpaucifforae, quam folia subduplo breviores, glaberrimae, longiuscule stipitatae, squarrose 2-pinnatim e ramulis patentibus, flores abbreviate racemosos gerentibus composita; pedicellis gracillimis, usque ad 8 mm longis mihi visis. Flores non nisi valde immaturi cogniti sepalis bene sese marginibus tegentibus, fere liberis, subellipticis, apice asymmetrice profunde emarginatis, punctulis multis parvisque pictis, margine longiuscule ciliatis. Petala in alabastro apice obtuso vix ultra 2 mm longo elliptica, satis asymmetrice emarginata, punctulis paucis minutisque picta, basi breviter connata. Stamina petalis absque dubio breviora, antheris triangularibus, mucronatim acutissimis, dorso in parte inferiore fere tota latitudine punctulis innumeris atris densissime pictis. Ovarium glaberrimum, ellipsoideum; stylo crassiusculo, satis breviore; stigmate punctiformi; placenta dissite pluriovulata.

Neu-Guinea, Kaiserin-Augusta-Fluss-Expedition, Etappenberg (Ledermann nr. 9295), Lordberg (Ledermann nr. 9972). - Ardidiae lauraceae Mez valde affinis.

(Fortsetzung folgt.)

MITTEILUNG DES HERAUSGEBERS.

Das Botanische Archiv bietet von jetzt ab bis auf weiteres seinen Mitarbeitern, soweit sie wenigstens 1/2 Druckbogen aufgenommenes Manuskript liefern, den ganzen Band als Honorar an. Figuren sind möglichst zart mit schwarzer Tusche auf dünnes, weisses Papier zu zeichnen. Erklärungen sind handschriftlich ebenso einzutragen. Jede Figur kommt genau heraus, wie sie geliefert wird! Die Wiedergabe von Photographien erfordert besondere Übereinkunft, wie auch die Aufnahme von Dissertationen nur unter besonderen Bedingungen erfolgen kann.

Vergleichende Holzanatomie der Pappeln und Baumweiden.

Von HILDEGARD HERRMANN (Breslau).

Mit wechselnden Erfolge sind in den letzten Jahrzehnten Versuche gemacht worden, zwischen dem sich äusserlich so sehr ähnlich sehenden Holz der Pappeln und Baumweiden anatomische Unterschiede zu finden und aus ihnen eine sichere Tabelle zum Bestimmen der ihnen angehörigen Spezies aufzustellen. Über die Anatomie der einzelnen Arten im Besonderen ist ausserdem nur wenig bekannt, und so habe ich in vorliegender Arbeit versucht, etwas eingehender dieselbe zu behandeln.

Zur Untersuchung gelangten das Stammholz von: Populus tremula, P. alba, P. canadensis, P. nigra, z.T. der Sammlung meines Vaters entnommen, z.T. aus der Försterei Kraschen in der Oberförsterei Woidnig und aus Wolpersdorf geliefert, meistens wurden von einer Spezies 2 Stücke Holz von verschiedenen Standorten untersucht. - An Baumweiden wurden bearbeitet: Salix carrea, S. alba, S. fragilis, S. pentandra, S. daphnoides, das Untersuchungsmaterial aus der Sammlung meines Vaters stammend bis auf das Holz der S. daphnoides, das ich aus dem botanischen Garten zu Eberswalde erhielt.

Ich musste mich auf diese Spezies beschränken, da sicher bestimmtes Material der wenigen, vielleicht noch in Frage kommenden Arten nicht zu beschaffen war.

Im Folgenden soll zuerst die Anatomie, und zwar Ausbildung und Lagerung der bei der Mazeration gefundenen Elemente auf den verschiedenen Schnitten, klar gelegt und am Schluss die Unterschiede der einzelnen Arten, sofern sie vorhanden, hervorgehoben werden.

POPULUS TREMULA.

Gelbliches Holz, nach dem Mark zu mit Zellgängen der Tipula-Larve.

I. Die Ausbildung der einzelnen Elemente.

Folgende Elemente kommen sichtbar vor:

A. Auf dem Querschnitt: 1. Markstrahlparenchym, 2. Gefässe, 3. Libriformfasern.

B. Auf dem Tangentialschnitt: 1. Markstrahlparenchym, 2. Gefässe mit Hoftüpfeln, 3. Libriformfasern, 4. Parenchymfasern, 5. Strangparenchym.

C. Auf dem Radialschnitt: 1. Markstrahlparenchym, 2. Gefässe mit Hoftüpfeln, 3. Libriformfasern.

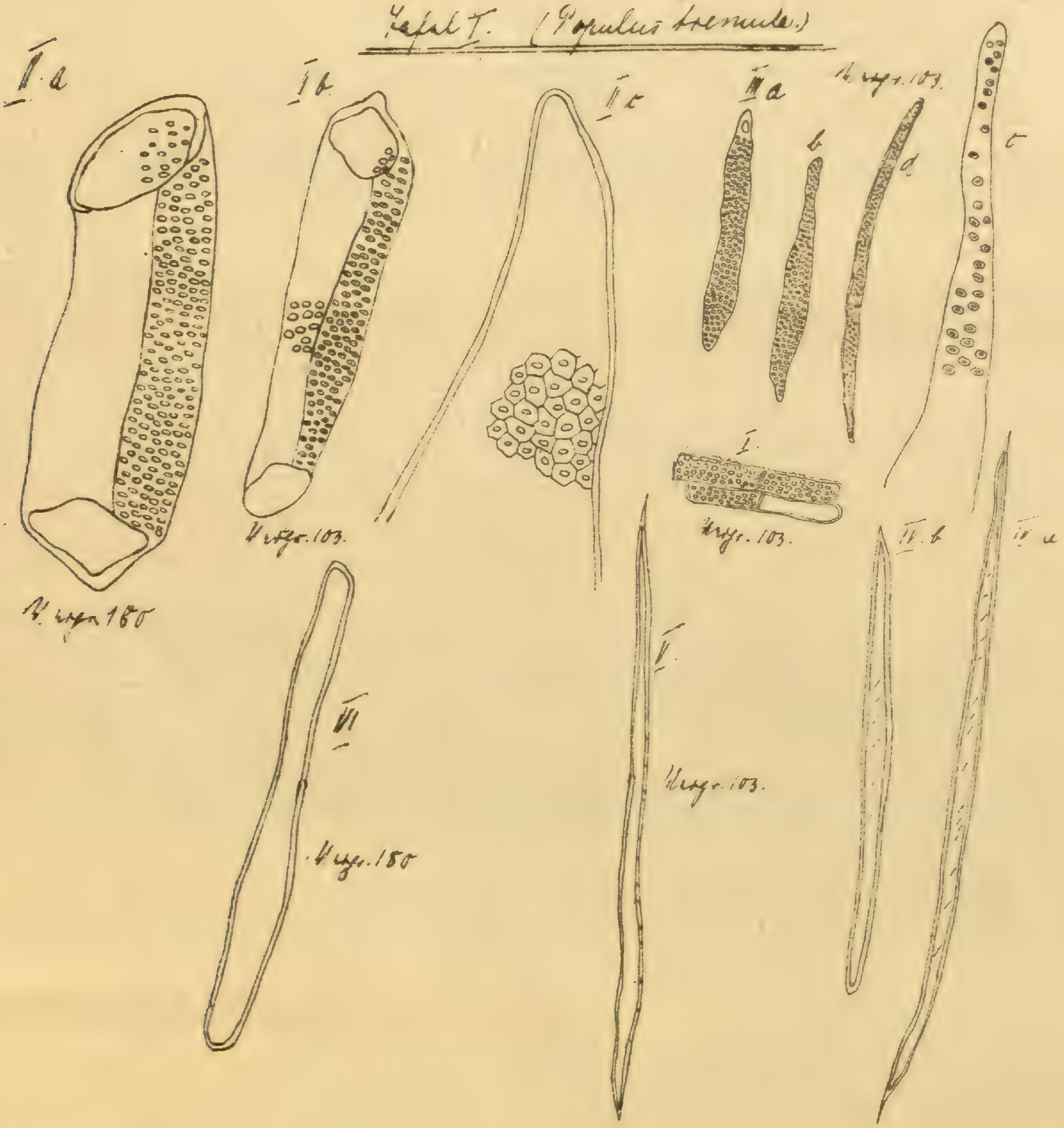
Durch Mazeration isolierte Organe (nach dem Schultze'schen Verfahren): 1. Markstrahlparenchym, 2. Gefässe mit Hoftüpfeln, 3. Gefässähnliche Tracheiden mit Hoftüpfeln, 4. Parenchymfasern, 5. Libriformfasern, 6. Ersatzfasern.

GESAMTBILD BEI DER MAZERATION (siehe Tafel I auf Seite 36): In erster Linie bilden prosenchymatische Zellen die Hauptmasse der Elemente; sie weisen z.T. eine beträchtliche Länge auf und bilden scharf zugespitzte Enden. Es folgen der Zahl nach die trachealen Elemente, die Gefässglieder sind entweder lang gestreckt mit geringerer Breite oder kurz und gedrungen, d.h. ungefähr 3 mal so lang als breit, wie Fig. IIa, b und c dies zur Anschauung bringen. Auffällig ist es, dass nur Tüpfelgefässe vorhanden sind, Netz- und Spiralgefässe fehlen. Die Perforation ist einfach. Relativ wenig Tracheiden finden sich, entweder sind sie gefässähnlich, d.h. kurz und verhältnismässig breit, oder sie haben die Form von Fasertracheiden mit zugespitzten Enden. Beide Arten sind mit Hoftüpfeln übersät. Die Parenchymzellen zerfallen in Holzparenchym und Markstrahlzellen, letztere sind ebenfalls in grösserer Menge vorhanden und leicht erkennbar, während erstere sich nicht sehr von prosenchymatischen Elementen unterscheiden. Vorhanden sind Ersatzfasern, welche keine Tüpfel aufweisen, jedoch gestreckt und an den Enden etwas abgerundet

sind und Parenchymfasern, welche schief gestellte Wandspaltentüpfel und stark zugespitzte Enden besitzen, den echten Libriformfasern sehr ähnlich sehen. Abgesehen von dem diagnostischen Wert ist die Unterscheidung dieser Elemente nicht von Wichtigkeit, da sie nur Übergänge des Libriforms in Parenchym darstellen

Ausbildung der Elemente auf dem Querschnitt.

Auf einem Übersichtsschnitt, der mehrere Jahresringe umfasst, sehen wir, dass der Unterschied zwischen Früh- und Spätholz ein ausserordentlich auffallender ist. Während das Frühholz eine durchnittliche Breite von 1596 mikr. besitzt, zeigt



sich das Spätholz bloss als schmale Zone - 59,5 mikr breit -, als Grenze zwischen zwei breiten Frühholz-Regionen Aber nicht nur der Ausdehnung nach bestehen Unterschiede zwischen Früh- und Spätholz, sondern auch in der Ausbildung ihrer Elemente. Wenden wir uns zunächst dem **F r ü h h o l z** zu.

1 Markstrahlen: Sie durchziehen, mit körnigem Inhalt gefüllt, annähernd von gleicher Zellbreite das Gewebe und setzen sich im Spätholz fort; ihre Breite beträgt im Frühholz durchschnittlich 17 mikr

2. Gefässe: Auffällig ist die grosse Zahl der Gefässe, welche sehr weitlumig sind, nach der Grenze gegen das Herbstholz hin jedoch etwas an Ausdehnung verlieren, was durch die folgenden Masse erläutert werden möge:

Frühholz vor dem Spätholz.		Frühholz nach dem Spätholz.	
Länge	Breite	Länge	Breite
A 65 mikr.	52 mikr.	E 65 mikr.	51 mikr.
B 52 "	39 "	F 91 "	52 "
C 32 "	22 "	G 78 "	54 "
D 39 "	26 "	H 85 "	52 "
		I 117 "	85 "

Es handelt sich hier um Gefässe in einer Zone zwischen denselben Markstrahlen. Je mehr sich die Gefässe im Frühholz der Herbstgrenze nähern, desto englumiger werden sie - doch auch im jungen Frühholz werden an der Grenze als erste kleinere Gefässe angelegt, wie dies aus den Massen hervorgeht, da die Grenze zwischen D und E gedacht werden muss. Dort, wo zwei oder mehrere Gefässe aneinandergrenzen, sind sie durch Querlamellen mit deutlich behöften Tüpfeln voneinander getrennt. Desgleichen werden zwischen Gefäss und Markstrahl Hoftüpfel ausgebildet.

3. Libriform: In der Wandverdickung der prosenchymatischen Elemente fallen stark lichtbrechende Punkte auf, welche sich stets dort befinden, wo die deutlich sichtbaren Mittellamellen von 2 oder 3 Libriformzellen zusammenstossen und dort zwickelförmig verdickt werden. Ferner rührt diese Erscheinung auch noch von Interzellularräumen her, welche sich ebenda ausbilden und mit Luft gefüllt sind, daher heller erscheinen. An der radialen Wand treten zwischen zwei Libriformzellen Hoftüpfel mit spaltenförmigem Kanal auf, die Spalten können gekreuzt sein oder nicht.

D a s S p ä t h o l z. 1. Markstrahlen.- Die Markstrahlen erweitern sich etwas, etwa bis zu 25 mikr., um dann im darauf folgenden Frühholz die ursprüngliche Breite anzunehmen; auch scheinen sie inhaltsreicher als im Frühholz.

2. Gefässe. Ab und zu finden sich Gefässe (Zellen), welche ein etwas grösseres Lumen, d.h. eine grössere Höhe im Verhältnis zur Länge besitzen als die anderen Elemente. Die Länge einer solchen Zelle beträgt 15 mikr. bei einer Höhe von 9 mikr.

3. Libriform: Charakteristisch ist die gestreckte Form der Zellen, welche flach gedrückt erscheinen, wodurch das Lumen stark dezimiert wird. Die Länge einer solchen Libriformzelle beträgt durchschnittlich 24,18 Mikr., die Höhe bloss 6,5 mikr. Die Mehrzahl der Spätholzelemente haben wir zu den Libriformfasern zu rechnen.

Tangentialschnitt.

1. Markstrahlen: Diese bilden von oben nach unten verlaufende Zellreihen, stets aus gleichartigen Elementen: Parenchym bestehend. Die Zellen eines Markstrahls sind auch der Grösse nach nicht merklich voneinander verschieden, die letzten Zellen eines Markstrahls spitzen sich nur an den Enden etwas zu. Einige Masse mögen folgen:

Gewöhnliche Zellen				Endzelle,	
Höhe	Breite	Höhe	Breite	Höhe	Breite.
22,2 mikr.	11,1 mikr.	25,9 mikr.	9,25 mikr.		
29,6 "	7,4 "	25,9 "	10,2 "	25,9 mik.	5,6 mikr.
20,35 "	9,25 "	22,2 "	14,8 "		

Wo zwei Markstrahlzellen aneinandergrenzen, werden Interzellularrräume ausgbildet, Höhe bis zu 3,7 mikr.

Die Markstrahlzellen bilden folgende Tüpfel aus: 1. in den Zellumen liegend kleine, runde Tüpfel, dicht gedrängt, 1,8 mikr. gross im Durchmesser; 2. zwischen Markstrahl und Gefäss 2-seitige Hoftüpfel. Markstrahlzellen enthalten häufig körnigen Inhalt.

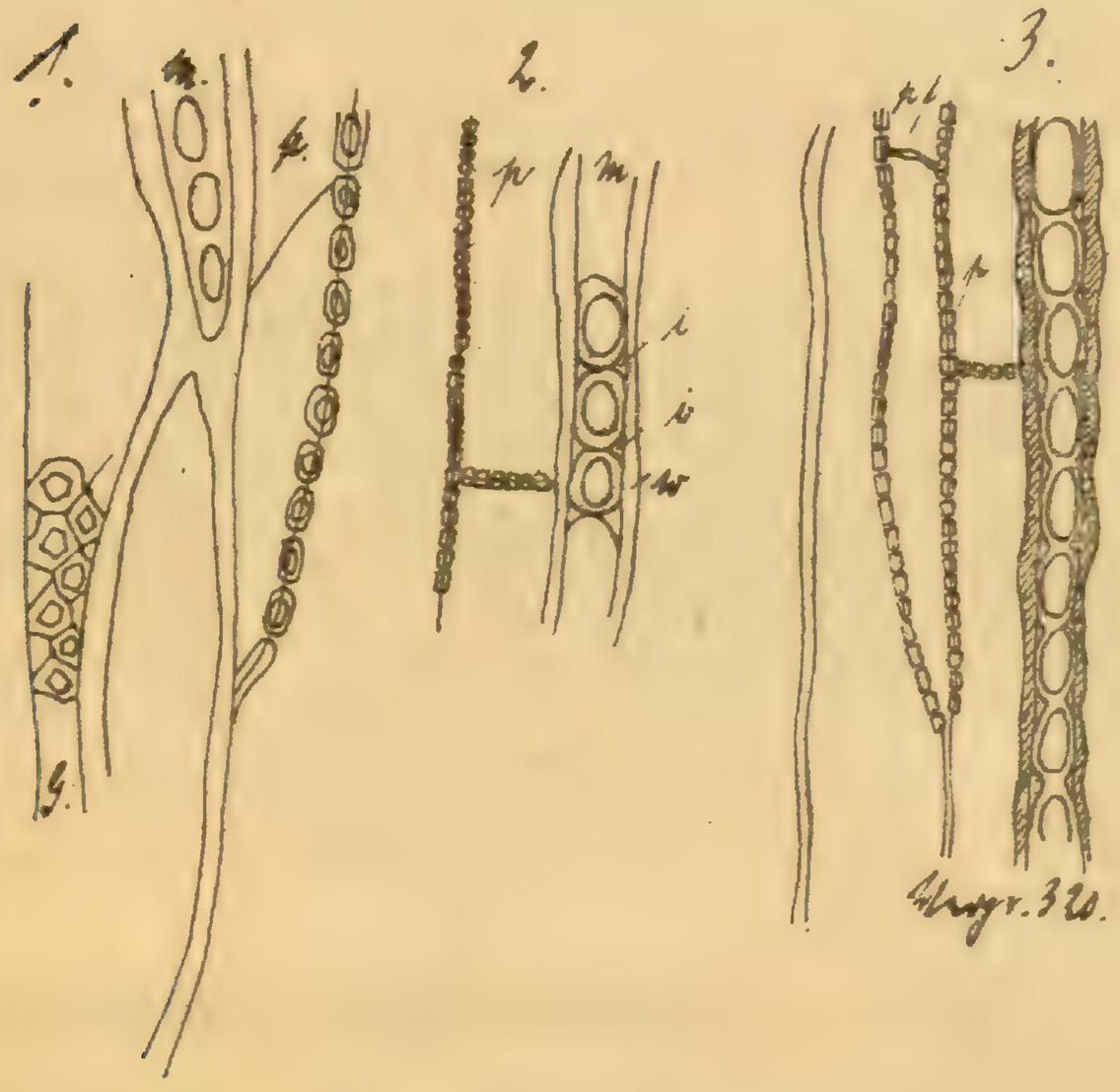
2. Gefässe. - Es sind nur Gefässe mit Hoftüpfeln vorhanden, Perforation einfach. Die Tüpfel sind sehr gross, einige Masse mögen folgen:

Hof		Spalt	
Breite	Höhe	Breite	Höhe
14,8 mikr.	11,1 mikr.	3,7 mikr.	1,8 mikr.
14,8 "	14,8 "	3,7 "	1,8 "
14,8 "	11,1 "	3,7 "	1,8 "

Die Tüpfel sind rhombisch behöft und grenzen dich aneinander, eine Platte bildend.

3. Libriform. - Starkwandige Elemente mit engem Lumen und ungetüpfelter Wandung. Breite: 11,1 - 18,5 mikr.; Wandstärke: 3,7 Mikr.

4 Parenchym, siehe Fig. 1. - Die Parenchymzellen sind zu S t r a n g p a r e n c h y m angeordnet, dessen Endzellen zugespitzt sind; die anderen Zellen sind rechteckig, die Länge beträgt 90 mik. bei einer Breite von 15 mikr. Die Querwände sind einfach perforiert, desgleichen die Längswände, sofern sie an gleichartige Elemente angrenzen; die Spalten sind relativ weit: 1,8 - 3,7 mikr.



Ausser diesem Strangparenchym sind noch P a r e n c h y m f a s e r n vorhanden, ebenfalls mit getüpfelter Wand, jedoch engerem Lumen, typisch prosenchymatisch. Breite bloss 18,5 mikr.; Ende zugespitzt. Bisweilen quer gefächert, doch treten die Querwände dann in grösseren Abständen auf (vergl. Fig. 3).

Radialschnitt.

1. Markstrahlen. Breite Bänder von rechteckig radial gestreckten Zellen bildend, die alle gleichartig - parenchymatisch - und alle gleich hoch sind.(vergl. Tabelle auf Seite 39).

Die Zellen, welche mit Gefässen Hoftüpfel bilden, sind nach umseitigem Mass etwas kürzer als die gewöhnlichen Markstrahlzellen. 1. Die einzelnen Elemente stehen durch getüpfelte Wände miteinander in Verbindung, und zwar sind sowohl die etwas gekrümmten Querwände, als auch die Längswände perforiert.

Zellen mit Hoftüpfeln		Zellen ohne Hoftüpfel.	
Höhe	Länge	Höhe	Länge
25,9 mikr. 25,5 "	92,5 mikr. 68 "	25,5 mikr, 25,5 "	111 mikr. 85 "

2. An Gefässe angrenzend werden Hoftüpfel ausgebildet:

Höhe	Breite
11,1 mikr. 11,1 " 12,9 "	9,25 mikr. 11,1 " 11,1 "

Als Inhalt stark lichtbrechende Tröpfchen, wohl von fettem Öl.

2. Gefässe. Es treten bloss Tüpfelgefässe auf, deren Hoftüpfel die Ausdehnung besitzen, wie in der folgenden Tabelle angegeben:

Hof		Spalt	
Breite	Höhe	Breite	Höhe
11,1 mikr. 14,8 "	14,8 mikr. 14,8 "	5,5 mikr. 5,5 "	1,8 mikr. 1,8 "

Diese Tüpfel sind rhombisch begrenzt, mit relativ langem Spalt.

3. Libriform. Lang gestreckt mit einer Breite von 14,8 - 22,2 mikr. Im Lumen kleine Spalttüpfel von einer Länge von 3,7 mikr. mit einem kleinen, runden Hof in der Mitte von höchstens 1,8 mikr. Parenchym fehlt.

II. Lagerung der Elemente.

A. Auf dem Querschnitt.

Im Frühholz: 1. Markstrahlen. - Durch die annähernd parallel verlaufenden, stets nur aus einer Zellrihe bestehenden Markstrahlen wird das Gewebe in Zonen eingeteilt, in welchen die Elemente folgendermassen angeordnet sind: Entweder dicht an die Markstrahlen angrenzend oder durch eine mehr oder minder breite Zellschicht von ihnen getrennt liegen die G e f ä s s e . Häufig liegen zwei bis sechs Gefässe hintereinander, und zwar treten sowohl im letzten Frühholz vor wie im ersten Frühholz nach dem Herbstholzring Gefässkomplexe auf mit radialer und tangentialer Aneinanderlagerung, seltener liegen Gefässe isoliert; ausserdem sind die ersten Gefässe im Frühjahr in besonders grosser Zehl vorhanden. Die Längsseiten der Gefässe sind stets gut geschützt durch stark verdickte Elemente, welche teils echte Libriformfasern, teils (wie ich aus ihrem grösseren Lumen schliesse) Übergänge zu Parenchymzellen sind. Diese verdickten Zellen können sich auch zwischen gefäss und Markstrahl einschieben und somit das Gefäss von beiden Seiten her schützen. Dies ist z.B. der Fall, wenn mehrere Gefässe aneinander grenzen.
Spätholz: Besteht aus 2, höchstens 4 Zellagen übereinander, welche entweder an Gefässe oder Libriform des Frühholzes angrenzen, in letzterem Falle ist die Grenze zwischen Früh- und Spätholz besonders deutlich sichtbar, da in ersterem die Wände der Libriformzellen meist spitze Winkel bilden, währen sie im Spätholz annähernd parallel verlaufen.

B. Auf dem Tangentialschnitt.

1. Markstrahlen. - Diese bilden hier ovale Reihen, die in das Gewebe eingebettet liegen. Da die Markstrahlen senkrecht zu ihrem Verlauf getroffen sind, so gibt die Zahl der Zellen einer Reihe die Höhe des Markstrahls an; diese schwankt zwischen 5 und 20 Zellen. An die Markstrahlen können: Gefässe mit Hoftüpfeln, rechteckige Parenchymzellen, Parenchymfasern und Libriform angrenzen.

2. Gefässe. - Die Lage der Gefässe, wie sie sich aus dem Querschnitt ergibt, findet sich hier bestätigt. An die Gefässe angrenzend meist Parenchym mit Wand-Spaltentüpfeln, sonst aber auch alle anderen Elemente.- Die T r a c h e i d e n sind ihrer Lage nach von den Gefässen abhängig, d.h. sie kommen nur in derselben Lagerung vor wie diese. Überhaupt sind sie selten.

3. Libriformzellen. - Da diese der Festigung der Leitungsbahnen und der weniger widerstandsfähigen Zellen dienen, so treten sie in unmittelbarer Nähe derselben auf. Echtes Libriform und alle Übergänge desselben zu Parenchym schieben sich zwischen zwei Markstrahlen ein, zwischen Gefäss und Markstrahl, wobei bis 7 Faserzellen nebeneinander gelagert sind. Auch in Begleitung von rechteckigen Parenchymzellen treten Parenchymfasern auf, wie es in Fig. 3 dargestellt ist.

4. Strangparenchym. - Tritt meist in der Nähe der Gefässe auf, dann in folgender Lagerung:

links Gefäss - rechts Markstrahl
" " - " Parenchymfaser.

Sonst kann das Strangparenchym auch zwischen Markstrahl und Libriform gelagert sein oder es liegen 2 Parenchymzellzüge nebeneinander.

C. Auf dem Radialschnitt.

1. Markstrahlen. - Diese sind aus quer verlaufenden Zellreihen zusammengesetzt, Bänder von bis 16 übereinander liegenden Reihen bildend. Es lässt sich nicht mit Bestimmtheit entscheiden, ob die Länge eines Markstrahls die Höhe überwiegt. In ihrem Verlauf kommen die Markstrahlen mit allen Elementen des Holzes in Berührung.

2. Gefässe. - Seltener grenzen 2 Gefässe seitlich aneinander, liegen sonst im Sklerenchym eingebettet, das die Hauptmasse der Elemente bildet. Während auf dem Tangentialschnitt höchstens 7 Libriformzellen aneinander gelagert waren, liegen hier mehr als 16 solcher Elemente nebeneinander. - Das Holz muss also in radialer Richtung bedeutend widerstandsfähiger sein als in tangentialer, was ja auch durch die starke Inanspruchnahme durch Zug und Druck zu erklären ist.

POPULUS ALBA.

Schmaler, weisser Splint, gelber Kern. Zellgänge fehlen.

I. Die Ausbildung der einzelnen Elemente.

Folgende Elemente kommen sichtbar vor:

A. Auf dem <u>Querschnitt</u>: 1. Markstrahlzellen, 2. Gefässe, 3. Libriform.

B. Auf dem <u>Tangentialschnitt</u>: 1. Markstrahlparenchym, 2. Gefässe mit Hoftüpfeln, 3. Libriformfasern, 4. Parenchymfasern.

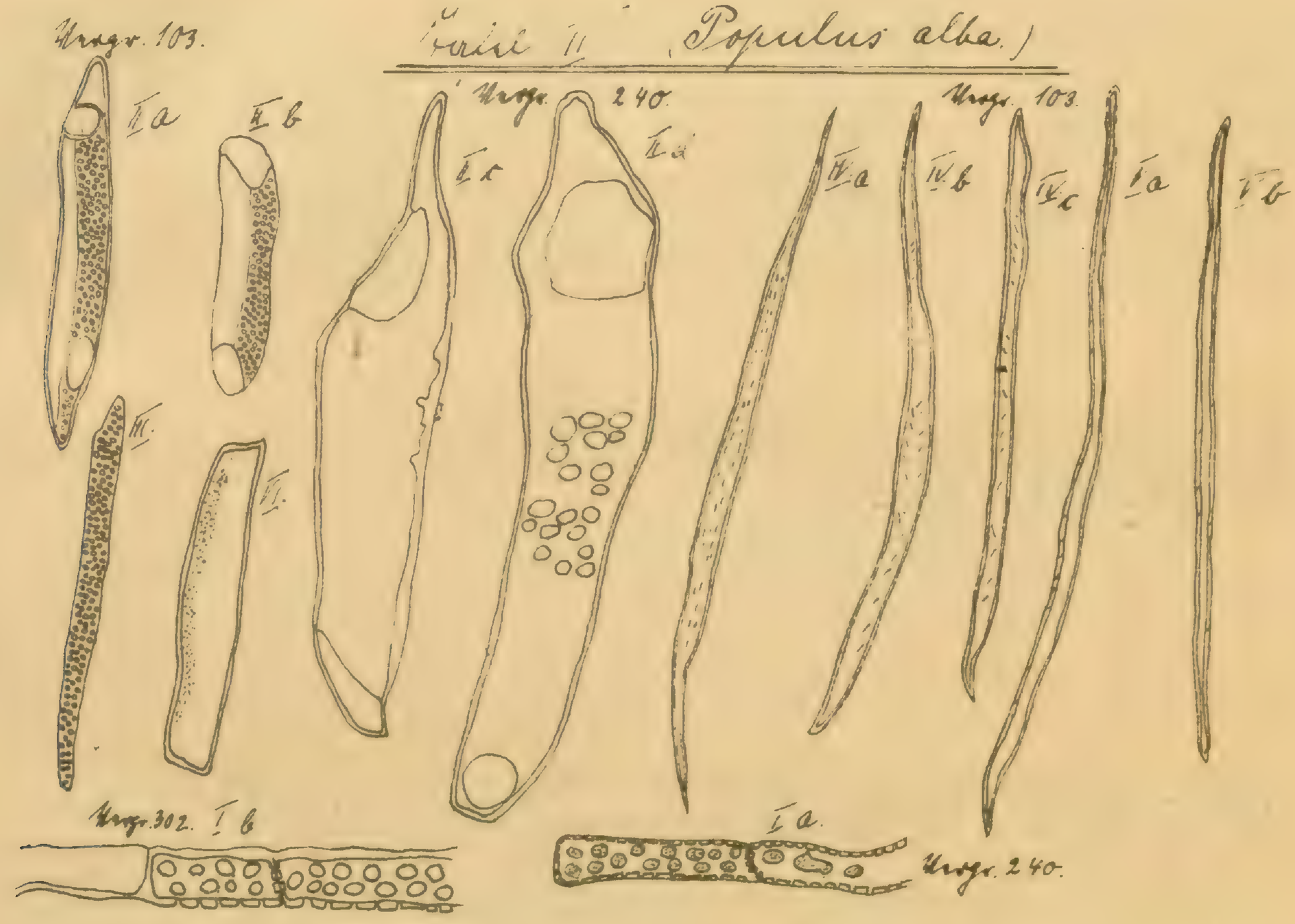
C. Auf dem <u>Radialschnitt</u>: Markstrahlparenchym, 2. Gefässe mit Hoftüpfeln, 3. Libriform, 4. Parenchymfasern, 5. Strangparenchym.

Durch <u>Maceration</u> isolierte Organe (siehe Tafel II. auf Seite 41): 1. Markstrahlparenchym, 2. Gefässe, 3. Tracheiden, 4. Libriform, 5. Parenchymfasern, 6. Strangparenchym.

BILD BEI MAZERATION: Die Hauptmasse wird durch das Prosenchym gebildet, und zwar sind die Libriformfasern von beträchtlicher Länge mit stark ausgezogenen Enden und mehr oder weniger verdickten Wänden. Die Spaltentüpfel sind entweder schief orientiert oder sie verlaufen in der Längsrichtung annähernd parallel. Die vielfachen Übergangsformen von Libriform zu Parenchym fehlen oder sind doch selten; Ersatzzellen z.B. habe ich nicht finden können, doch sind vereinzelt Parenchymfasern mit Wandtüpfeln vorhanden.

Es folgen der Zahl nach die trachealen Elemente - echte Gefässe und seltener Tracheiden; die Gefässe sind entweder kurz und gedrungen oder lang gestreckt und schmaler, ungefähr 16mal so lang als breit, mit einfacher Perforation Die Tracheiden erscheinen bloss als Modifikation der Gefässe, sie sind lang gestreckt, zugespitzt und mit Hoftüpfeln übersät.

Durch ihre Zahl auffälling sind auch die Markstrahlzellen, die stets mit reichem Inhalt versehen sind. Relativ selten und schwer zu finden sird rechteckige



Parenchymzellen, die ebenfalls inhaltsreich und dünnwandig sind Ihr Lumen ist grösser als das des Sklerenchyms.

Ausbildung der Elemente auf dem Querschnitt.

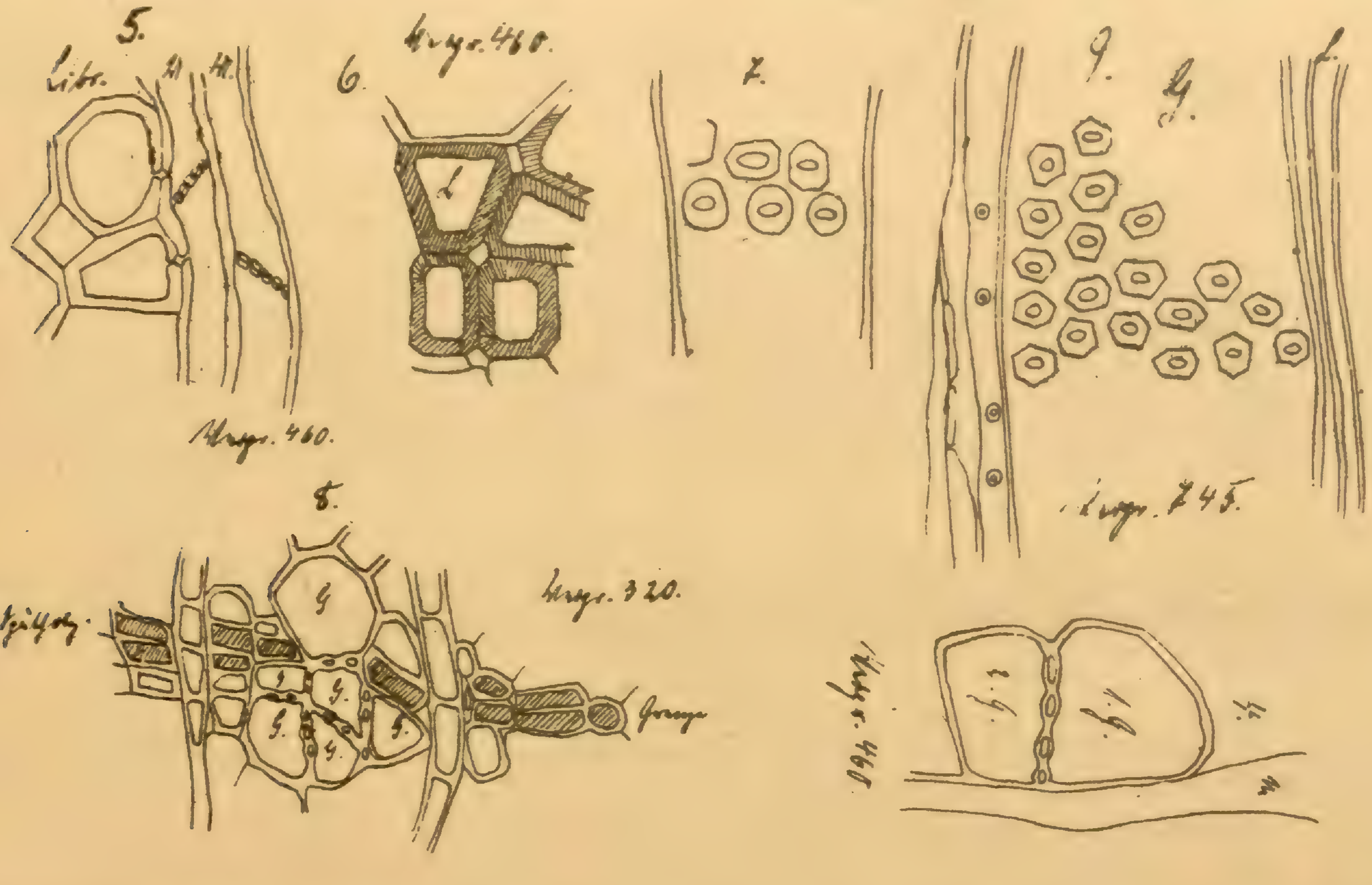
F r ü h h o l z. 1. Markstrahlen. - Durchziehen annähernd parallel das Gewebe, ihre Zellen sind ungefähr gleich breit, stehen durch perforierte Querwände miteinander in Verbindung. 2. Es treten im Zellumen kleine, kreisrunde Tüpfel auf, ziemlich regelmässig parallel zu den Längswänden angeordnet, bisweilen dichter stehend 3 sind zwischen Markstrahl und Libriform Spaltentüpfel vorhanden, die sich in der Mitte zu einem Hof erweiter (siehe Fig. 5).

Markstrahlwand		Libriformzellwand.	
Mündung des Spaltes	3,0 mikr	Breite des Spaltes	0 6 mikr
Breite " "	0,7 "	Länge " "	5,69 "
Länge " "	3,0 "		
Umfang " Hofes	1,5 . 1,5 mikr.		

Der Kanal (Spalt) besitzt nach der Zelle hin eine weitere Mündung als der

Hof breit ist.

2. Gefässe. - Das Lumen der Gefässe ist nicht sehr gross, doch wird der Raum welcher der Leitung zur Verfügung steht, durch die Zahl der Gefässe recht erheblich. Es findet eine allmählige Grössenabnahme der Gefässe nach dem Herbstholz



hin statt - im nächsten Frühjahr werden dann sofort sehr weite Tracheen gebildet, wie folgende Masse erläutern mögen:

Im Frühholz direkt vor der Herbstgrenze.				Im ersten Frühholz nach dem Spätholz.			
	Länge		Breite		Länge		Breite.
A.	68,9	mikr.	41,8 mikr.	G.	110,2	mikr.	85 mikr.
B.	48,5	"	41,8 "	H.	124,2	"	89,9 "
C.	82,8	"	41,8 "	I.	138,0	"	68,9 "
D.	55,1	"	40,3 "				
E.	82,8	"	55,1 "				
F.	41,8	"	55,1 "				

Die Jahrringgrenze verläuft zwischen F. und G., die Gefässe G., H. und I. liegen direkt an der Grenze.

Die Gefässe bilden folgende Tüpfel: 1 Zwischen 2 Gefässen zweiseitige Hoftüpfel (siehe Fig. 4); 2. mit einem Markstrahl Hoftüpfel. Es handelt sich hier um zweiseitige Hoftüpfel, bei denen zwischen Hof und Kanal kein bedeutender Unterschied besteht. Der Kanal nach der Markstrahlwand ist etwas enger als der Kanal nach der Gefässwand zu. Die Schliesshaut ist in den Markstrahlkanal vorgewölbt.

3. Libriform. - Die Libriformzellen grenzen nicht lückenlos aneinander, sondern lassen dreiseitige Interzellularen frei, die eine recht beträchtliche Grösse erreichen können (siehe Fig. 6) Länge 6 mikr., Höhe 3 mikr. - Auch dort, wo

Libriform an Markstrahlparenchym angrenzt, werden dreiseitige Interzellularen ausgebildet. Ferner wird auch häufig die Mttellamelle mehrerer aneinander stossender Libriformzellen zwickelförmig verdickt. Eine tangentiale Streifung der Wand ist deutlich sichtbar. Zwischen 2 Libriformzellen werden Spaltentüpfel ausgebildet, welche sich in der Mitte zu einem kleinen Hof erweitern; an Radialwänden selten.

S p ä t h o l z. - 1. Markstrahlen. - Diese erweitern sich im Spätholz etwas: im Frühholz ist die Breite des Markstrahls 6 mikr., im Spätholz dagegen 15 Mikr.

2. Gefässe.- Die Gefässe sind ebenfalls tangential gestreckt, bilden auch hier

3. Libriform. - Characteristisch ist die tangentiale Streckung, wodurch sich das Spätholz deutlich vom Frühholz abhebt. Es muss unterschieden werden zwischen längs gestreckten, eckigen, flachen Zellen mit sehr geringem Lumen und rundlichen, dazwischen eingeschobenen Elementen, mit grösserem Lumen, die jedoch seltener sind.

Gestreckte Zellen				Rundliche Zellen.			
Länge		Höhe		Länge		Höhe	
15	Mikr.	6	Mikr.	6	Mikr.	6	Mikr.
21	"	6,5	"	12	"	12	"
15	"	3	"	18	"	15	"

Tangentialschnitt.

1. Markstrahlen. - Bilden Reihen von 3 - 21 übereinanderliegenden Zellen, von denen die oberste und unterste etwas gestreckt ist und sich nach ihrem Ende zu verjüngt

Obere Endzelle		Mittelzelle		Untere Endzelle	
Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite
24 Mikr.	6 Mikr.	15 Mikr.	12 Mikr.	19,1 Mik.	4,4 Mikr.

Die Merkstrahlzellen grenzen nicht lückenlos aneinander, sondern es werden Interzellularräume zwischen ihnen ausgebildet (siehe Fog. 11) Die Wandstärke der Markstrahlzelle istbhalb so gross wie die ser an sie angrenzenden Sklerenchymzellen.

2. Gefässe. - Diese besitzen stets deutlich behöfte Tüpfel, deren Spalt elliptisch, Hof kreisrund ist; beim Färben mit Gentiana-Violet z.B. treten ihre Konturen besonders klar hervor (siehe Fig. 7).

Hof	Spalt	
Ausdehnung	Länge	Breite
9 . 9 Mikr.	4,5 Mikr.	3,0 Mikr

Die äusserste Schicht des Hofes scheint verholzt zu sein. Die Gefässglieder stehen durch einfache Perforationen miteinander in Verbindung

3. Libriform, - Es ist sehr viel echtes Libriform mit schiefen Spaltentdpfeln vorhanden, an den Enden stark zugespitzt, dazwischen finden sich parenchymfasern mit getüpfelter Wand.

Radialschnitt.

1. Markstrahlen. - Nach der GRAMM'schen Färbemethode behandelt, nehmen die Wände eine rötliche Färbung an, sind also unverholzt. Dort wo ein Markstrahl an

tracheale Elemente oder an Parenchymzellen angrenzt, bilden seine dem Rande zu gelegenen Zellen Hoftüpfel aus, welche eine beträchtliche Grösse besitzen, rundlich bis elliptisch sind, letztere Form herrscht vor.

Breite eines Tüpfels	Höhe
12 Mikr.	12 Mikr.
10,5 "	6,5 "
15 "	6 "

Die mit Tüpfeln versehenen Markstrahlzellen unterscheiden sich in ihrer Grösse nicht wesentlich von denen ohne Tüpfel; die Höhe der Zellen ist relativ gering im Verhältnis zu ihrer Länge, welche zwischen 54 mikr. und 107 mikr. schwankt.

Die Wandstärke der Längswände beträgt durchschnittlich 3,0 Mikr., die der Querwände ebenfalls 3,0 Mikr. - beide sind mit Spaltentüpfeln versehen. Getüpfelte wie ungetüpfelte Markstrahlzellen sind reichlich mit Tröpfchen von fettem Öl und mit Stärkekörnern gefüllt.

Länge	Breite
54 Mikr.	17,9 Mikr.
65,4 "	17,9 "
107,8 "	17,9 "
90 "	15 "

2. Gefässe . - Über diese ist zu dem vom Tangentialschnitt Ausgesagten nichts neues hinzuzufügen.

3. Libriform. - Dieses bildet die Hauptmasse der Elemente; die Wände sind stark verdickt.

4. Parenchym. - Die rechteckigen Parenchymzellen sind zu Strangparenchym vereinigt, dessen Randzellen an den Enden zu einer Spitze ausgezogen sind, während die nach innen zu angrenzenden Zellen ebenfalls schmäler werden,

Länge	Breite
A. 33 Mikr.	9 Mikr.
B. 68,9 "	12 "
C. 60 "	18 "

A. ist eine Endzelle, B. und C zwei nachfolgende Zellen. Wo diese Parenchymzellen an tracheale Elemente angrenzen, wird die Wand getüpfelt. Die Wände zwischen den einzelnen Parenchymzellen sind nicht getüpfelt.

II. Die Lagerung der Elemente.

A. Auf dem Querschnitt.

F r ü h h o l z . 1. Markstrahlen. - Durchziehen als einreihige, bisweilen auch zweireihige Strahlen (siehe Fig. 5) annähernd parallel verlaufend das Gewebe, dieses in Zonen einteilend. Eine Region zwischen zwei Markstrahlen umfasst 2 - 8 Zellreihen.

2. Gefässe. - Diese liegen entweder isoliert, d.h. rings von Sklerenchym umgeben oder an einen Markstrahl grenzend, seltener zwischen zwei Markstrahlen - oder es stehen mehrere Gefässe miteinander in Verbindung, Komplexe von 2 - 5 radial oder tangential aneinandergelagerten Gefässen bildend. Meist stehen mehr als zwei Gefässe miteinander in Verbindung, häufig seitlich an einen Markstrahl grenzend, sonst durch Libriform geschützt.

3. Libriform. - Dieses ist so gelagert, dass die an die Markstrahlen angrenzenden Elemente annähernd parallel verlaufende Wände haben, während die dazwischen gelegenen Zellen unregelmässig orientiert sind, sodass ihre Wände spitze Winkel bilden.

S p ä t h o l z :- Es bildet eine schmale Grenzzone von 1 - 3 Zellreihen, deren Elemente äusserst regelmässig mit parallel verlaufenden Wänden angeordnet sind, und zwar so, dass die Längswände senkrecht zu dem Verlauf der Markstrahlen stehen.

1. Die Markstrahlzellen grenzen im Spätholz mit geraden, perforierten Querwänden aneinander.

2. Die Gefässe liegen entweder isoliert zwischen dem Libriform und grenzen seltener seitlich an ein zweites Gefäss (siehe Fig. 8), meist stehen sie mit Gefässen des Frühjahrsholzes in Verbindung.

3. Libriform.- Die regelmässig tangential gestreckten Elemente bilden die Hauptmasse des Spätholzringes, seltener treten die in ihrer Form abweichenden, rundlichen Zellen auf, von denen in einer Zone zwischen 2 Markstrahlen eine, höchstens 2 vorhanden sind.

B. Auf dem Tangentialschnitt.

1. Markstrahlen - Senkrecht zu ihrem Verlauf getroffen, bilden sie lange, einreihige Zellzüge von 3 - 22 übereinanderliegenden Zellen; kurze Markstrahlen sind jedoch selten; das Normale sind Reihen von 12, 16, 20, 22 Elementen. Die einzelnen Markstrahlzellen sind regelmässig zu einander gelagert, sodass ihre Querwände parallel verlaufen.

2. Gefässe. - Diese grenzen entweder zu 2 seitlich aneinander, oder sie liegen isoliert zwischen Sklerenchym, in ihrem Verlauf irgendwo an einen Markstrahl grenzend.

3. Libriform - Ein regelmässiges Grundgewebe bildend, das die Markstrahlen einschliesst und den seitlichen Schutz der Gefässe bedingt.

C. Auf dem Radialschnitt.

1. Markstrahlen. - Diese bilden breite, quer verlaufende Bänder von 7 - 13, wohl auch mehr übereinander liegenden Zellzügen. Die mit trachealen Elementen Hoftüpfel ausbildenden Zellen liegen in den äussersten 4 - 6 Reihen eines Markstrahls, sowohl am oberen wie auch am unteren Rande - wie dies meist bei Laubhölzern der Fall ist. Die einzelnen Markstrahlzellen grenzen mit etwas gekrümmten Querwänden aneinander.

2. Gefässe. - Die Gefässe sind entweder direkt aneinander gelagert oder es liegen 2 Gefässe in unmittelbarer Nähe, bloss durch eine Libriformfaser getrennt, oder es schieben sich andere Elemente in grösserer Zahl dazwischen, somit ist die Zahl der Gefässe auf dem Radialschnitt sehr starken Schwankungen unterworfen.

3. Libriform. - Es übersteigt an Zahl alle anderen Elemente und ist sehr regelmässig zu einander gelagert; Zonen von 1 - 12 nebeneinander liegenden Zellen bildend.

4. Parenchym. - Die einzelnen rechteckigen Parenchymzellen sind zu längs verlaufenden Fasern - Strangparenchym - vereinigt. Sie sind so gelagert, dass sie mit den Leitungsbahnen in Verbindung stehen.

Um festzustellen, ob der Kern ausser durch Einlagerung typischer Kernstoffe etwa durch nachrägliche Verdickung seiner Zellwände entstanden sei, habe ich die Stärke der Zellwand im Kern und Splint gemessen und kam zu folgendem Resultat:

	Splint	Kern		Splint	Kern
Gefässwand	3 - 2,27	3 - 2,25	Libriformwand		
Markstrahlwand	3,18 -	3	a. Querwand	6, 5,1, 4,5	3, 6; 3,57
Alle Masse in Mikra.			b. Längswand	5,1, 4,3, 3	4,5, 3,18, 3,16

Die Wandstärke der Elemente ist nicht verschieden, ebenso weicht die Grösse der Hoftüpfel zwischen Gefäss und Markstrahl in Splint und Kern nicht voneinander ab. Auch sonst finden sich keine Unterschiede in der Anatomie, bloss die Tüpfel im Kernholz-Gefäss grenzen nicht direkt aneinander wie im Splint (Fig. 9)

POPULUS CANADENSIS

Holz mit mattiiia Schimmer, nach dem Kochen tiefschwarz; dunklerer Kern. Zellgänge fehlen.

I. Die Ausbildung der Elemente.

Folgende Elemente kommen sichtbar vor auf dem:
Querschnitt: Markstrahlparenchym, Gefässe, Libriform;
Tangentialschnitt: Markstrahlparenchym (Palissaden- und Mittelzellen), Gefässe mit Hoftüpfeln, Librifcrmfasern, Strangparenchym
Radialschnitt: Markstrahlparenchym (Palissaden- und Mittelzellen), Gefässe mit Hoftüpfeln, Echtes Libriform mit schiefen Spaltentüpfeln, Parenchymfasern mit Wandtüpfeln.
Durch Mazeration isolierte Organe: Markstrahlzellen, Gefässe mit Hoftüpfeln, Libriform mit schiefen Tüpfeln, Parenchymfasern mit getüpfelter Wand. - Mazerierte Organe siehe Tafel III.

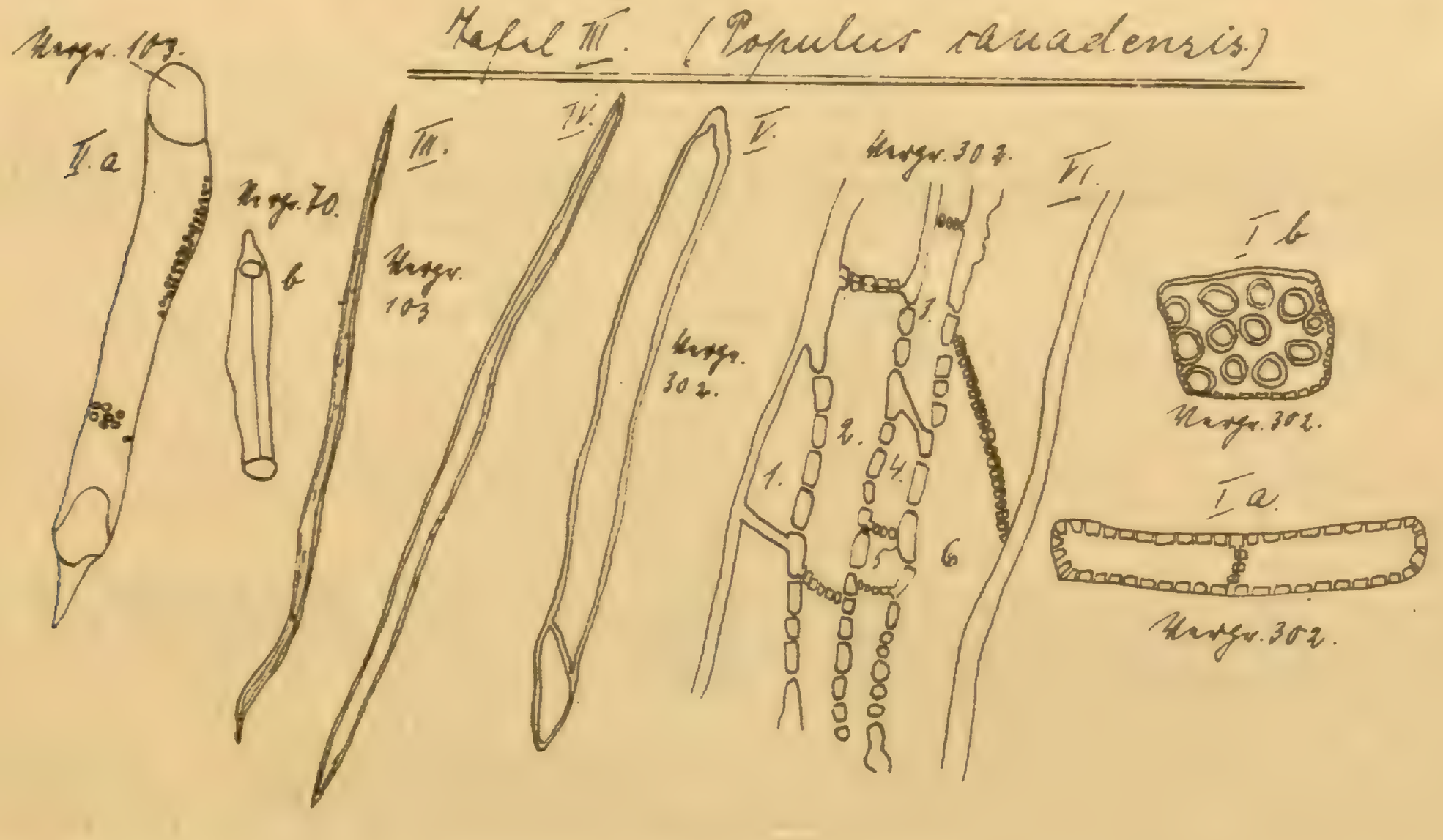


BILD BEI MAZERATION: Die Hauptmasse der Elemente bildet das Prosenchym, vornehmlich echtes Libriform mit schiefen Spaltentüpfeln, doch sind auch Faserzellen mit getüpfelten Wänden vorhanden.

Der Zahl nach folgen die Markstrahlparenchym-Zellen, leicht kenntlich, da meist mehrere im Zusammenhang bleiben.

Gefässe lassen sich nicht so leicht isolieren, sie sind stets mit Hoftüpfeln versehen. Die Länge und Breite der Gefässglieder variiert etwas, doch herrschen längere und dementsprechend schmälere vor. Rechteckige Holzparenchymzellen zu isolieren ist mir nicht gelungen.

II. Lagerung der Elemente

A. Querschnitt.

F R Ü H H O L Z - 1. Markstrahlen - Sie bestehen aus Parenchymzellen, die mit bräunlichem, körnigem Inhalt gefüllt sind. Sie sind lang gestreckt, ihre Querwände entweder gerade oder schief, und zwar ist die perforierte Querwand stärker verdickt als die Längswand. Zwischen Markstrahl und Libriform werden keine Spaltentüpfel ausgebildet.

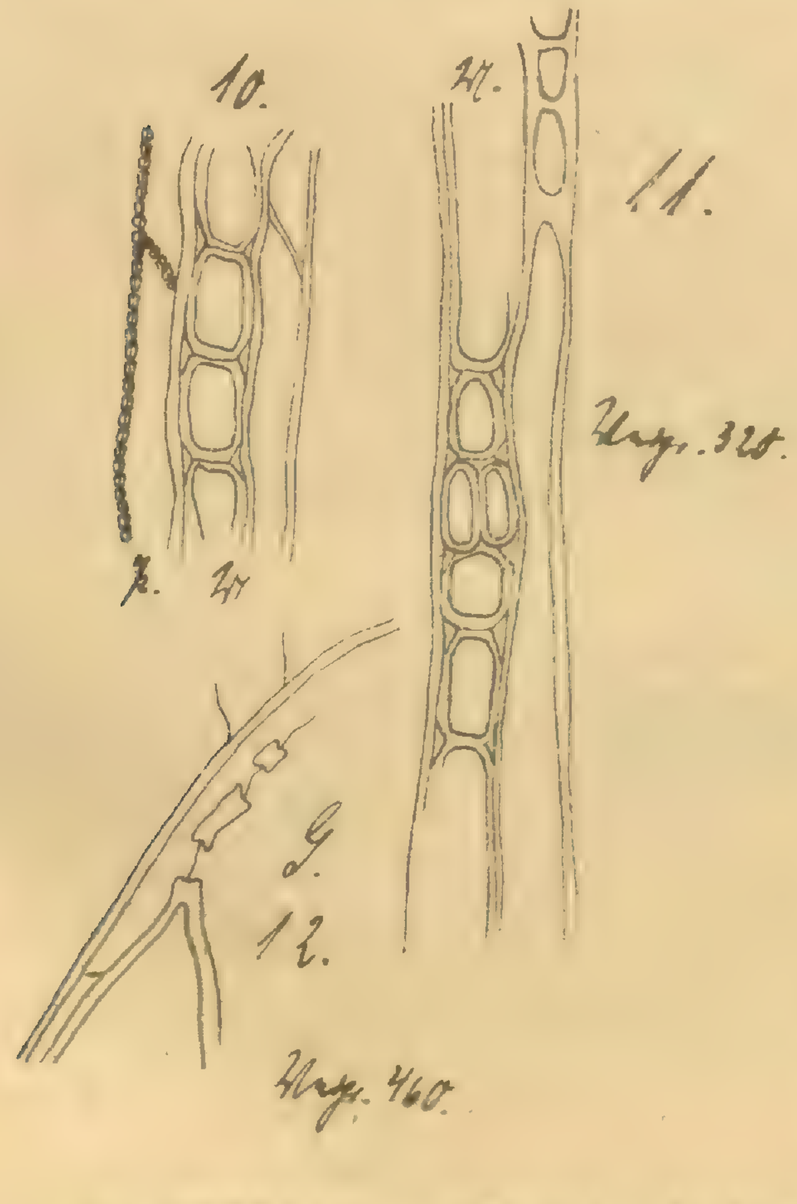
2. Gefässe - Die Gefässe sind relativ weitlumig, nach dem Spätholz hin ver-

ringert sich ihr Lumen direkt an der Grenze, während die ersten Gefässe im folgenden Frühjahr die durchschnittliche Grösse erhalten, sodass bis auf die wenigen kleineren Gefässe direkt an der Spätholzgrenze der Umfang der Gefässe im gesamten Frühholz ein ziemlich konstanter ist.

Gefässe sich dem Spätholz nähernd.				Erste Gefässe im jungen Frühholz.			
	Höhe		Breite		Höhe		Breite
A	105,9	Mikr.	52 Mikr.	K	117	Mikr.	91 Mikr.
B	183	"	78 "	L	91	"	52 "
C	130	"	78 "	M	143	"	78 "
D	65	"	58,5 "	N	117	"	65 "
E	52	"	45,5 "	O	91	"	71,5 "
F	45,5	"	52 "	P	117	"	65 "
G	45,5	"	39 "	Q	130	"	78 "
H	26	"	30 "				
I	32,5	"	32,5 "				

Zwischen I und K muss man sich die Herbstholz-Grenze denken.

Die Gefässe bilden folgende Tüpfel aus: 1. zwischen 2 Gefässen werden zweiseitige Hoftüpfel ausgebildet; 2. Wo ein Gefäss an einen Markstrahl angrenzt, bilden sich beiderseits behöfte Tüpfel aus, deren Hof nur wenig sich vom Kanal abhebt (siehe Fig. 12).



3. Libriform. - Die Mittellamelle der verdickten Wandung ist deutlich sichtbar; dort, wo 2 - 3 Zellen aneinanderstossen, verdickt sie sich und erscheint daher stärker lichtbrechend. Ausserdem treten auch hier Interzellularräume auf.

Zwischen 2 Libriformzellen werden Spaltentüpfel ausgebildet, die sich in der Mitte zu einem Hof erweitern, der sich aber nur wenig von den Spalten abhebt. Diese Tüpfel sind an den Radialwänden vorhanden.

S p ä t h o l z . - 1. Markstrahlen. - Die Markstrahlzellen erweitern sich im Spätholz etwas; während sie im Frühholz eine Breite von 7,5 mikr. besitzen, nimmt die Breite im Spätholz bis 15 mikr. zu, also bis auf das Doppelte. Die Dicke der Wandung ist im Früh- und Spätholz annähernd die gleiche, vielleicht im letzteren etwas grösser als im Frühholz. Der Inhalt ist etwas dunkler gefärbt als sonst in den Markstrahlzellen.

2. Gefässe. - Diese sind selten, von dem Libriform durch grösseres Zellumen zu unterscheiden.

3. Libriform. - Markiert sich durch die tangentiale Streckung und dunkleren Inhalt; man unterscheidet auch hier die radialabgeplatteten, gestreckten Zellen und rundliche Elemente, die ebenfalls inhaltsreich sind und eine stark verdickte Wandung aufweisen; ihr Durchmesser beträgt 27,7 mikr. Die Höhe der gestreckten Zelle beträgt 3,0 ; 4.5; 6 mikr.; die Höhe der angrenzenden Sklerenchymzellen des Frühholzes dagegen: 12,1 - 15 mikr. Auch hier lassen die Libriformzellen Interzellularen zwischen sich frei.

B. Tangentialschnitt.

1. Markstrahlen. - Diese bilden ovale Reihen von Parenchymzellen, deren End-

zelle meist stark gestreckt ist und sich an ihrem freien Ende verjüngt.

Mittelzelle		Wandstärke	Endzelle	
Länge	Breite	3 Mikr.	Länge	Breite
24 Mikr.	24 Mikr.	2,1 "	54 Mikr.	24 Mikr.
30 "	24 "	2,6 "	60 "	8 "

Die lang gestreckten Elemente möchte ich (nach KNY) Palissadenzellen, die anderen Mittelzellen nennen.

Die Markstrahlzellen schliessen so aneinander, dass Interzellularen freibleiben, die auch zwischen Rand und Mittelzellen auftreten, sowie dort, wo ein Markstrahl an Libriform angrenzt. Radial- und Tangentialwand sind annähernd gleich dick. Die meisten Zellen enthalten körnigen Inhalt.

2. Gefässe. - Es sind dies Tüpfelgefässe, bei welchen der rhombisch begrenzte Hof einen elliptischen Spalt umschliesst.

Hof		Spalt	
Länge	Höhe	Länge	Höhe
9 Mikr.	9 Mikr.	4,0 Mikr.	1,5 Mikr.
9 "	9 "	3,7 "	2,1 "

Die Tüpfel schliessen lückenlos aneinander (siehe Fig. 10)

Zwischen Markstrahl und Gefäss werden ebenfalls Hoftüpfel ausgebildet, die beiderseits schwach behöft sind, deren Kanal nach der Markstrahlwand zu sich etwas mehr erweitert als nach dem Gefäss. Perforation einfach.

3. Libriform. - Echtes Libriform mit schiefen Tüpfeln und Parechymfasern mi schief getüpfelter Wandung und zugespitzten Enden sind vorhanden.

4. Strangparenchym. - Dieses besteht aus rechteckig lang gestreckten Zellen, die mit perforierten, gerade oder schräg orientierten Querwänden aneinander grenzen. Diese Zellen können eine beträchtliche Länge erreichen:

Länge	150 Mikr	; 159,1 Mikr.	; 126 Mikr.
Breite	18 "	15 "	18 "

Die Zellwände sind meist etwas ausgebaucht, diese Stelle wurde gemessen. Die letzte oder Endzelle solchen Strangparenchyms ist gestreckt und zugespitzt, sich allmählig verjüngend.

Gewöhnliche Parenchymzellen		Endzellen				
Länge	Breite	Länge	Breite (allmählig zunehmend).			
105 Mikr.	27,3 Mikr	144 Mikr	3,0 Mikr	6 Mikr	13,9 Mikr	
15 "	30 "	165 "	3,0 "	12 "	27 "	
90 "	24 "	150 "	6,0 "	15 "		

Die Zeilen sind mit Inhalt versehen, der entweder bräunlich gefärbt oder tropfenförmig ölig erscheint

C. Radialschnitt.

1. Markstrahlen - Diese bilden breite, quer verlaufende Bänder von Parenchymzellen, von welchen die am Rande oder in dessen Nähe gelegenen Zellen an Gefässe angrenzend Hoftüpfel ausbilden, die einen zierlichen Umfang besitzen:

Breite eines Tüpfels		Höhe	
6,8	Mikr.	6	Mikr.
9	"	6	"
9	"	6,3	"

Die Tüpfel sind meist elliptisch, nur selten findet sich ein runder Tüpfel, dann in einem Umfang von 6 zu 6 Mikr. Die nicht mit Tüpfeln versehenen **M i t t e l z e l l e n** haben durchschnittlich die gleiche Höhe, und zwar 26 Mikr. Die mit Tüpfeln versehenen Markstrahlzellen, wie auch die anderen Palissadenzellen, sind umso höher, je näher sie dem Rande liegen, am höchsten sind die Randzellen selbst.

Mittelzellen				Palissadenzellen			
Länge		Höhe		Länge		Höhe	
120	Mikr.	21	Mikr.	42	Mikr.	45	Mikr.
102	"	21	"	45	"	45	"
120	"	30	"	60	"	39	"
150	"	30	"	45	"	39	"
156	"	30	"	30	"	60	"

Das Verhältnis von Länge zu Höhe ist bei beiden Typen ein sehr verschiedenes. Sowohl Palissaden- wie Mittelzellen stehen durch perforierte Quer- und Längswände miteinander in Verbindung.

2. Gefässe. - Die Gefässe besitzen Tüpfel, deren Hof auch hier rhombisch, Spalt elliptisch erscheint.

3. Libriform. - Umfasst inhaltslose, an den Enden zugespitzte Elemente mit stark verdickten Wänden, jedoch weitem Zellumen. Breite der Zellwand: 9 Mikr.; des Lumens: 18 Mikr. Ausserdem sind Parenchymfasern mit getüpfelter Wandung vorhanden.

4. Strangparenchym. - Dieses besteht aus rechteckig gestreckten, inhaltsreichen Zellen, deren Länge: 90 Mikr., Breite: 15 Mikr. beträgt.

II. Lagerung der Elemente.

A. Auf dem Querschnitt.

F r ü h h o l z . 1. Markstrahlen. - Die Markstrahlen sind stets einreihig und bestehen aus Zellen, die mit geraden oder schräg orientierten Querwänden aneinander grenzen.

2. Gefässe. - Diese können in Komplexen von 2 - 6 angeordnet sein, häufiger jedoch liegen sie isoliert, entweder zwischen zwei Markstrahlen oder sonst wenigstens auf einer Seite von Libriform geschützt.

3. Libriform. - Dieses ist in unmittelbarer Nähe der Markstrahlen regelmässig gelagert, sodass die Wände annähernd parallel verlaufen.

S p ä t h o l z . - Die 1 - 2 Zellreihen umfassende Spätholz-Zone wird durch tangential gestreckte Elemente gebildet, die regelmässig gelagert sind. Gefässe sind selten, falls vorhanden, stehen sie mit solchen des Frühholzes in Verbindung.

B. Auf dem Tangentialschnitt.

1. Markstrahlen. - Die Markstrahlen bilden stets aus einem Zellzug bestehende Reihen von 3 - 12 übereinander liegenden Parenchymzellen, die mit etwas abgerundeten Querwänden aneinander grenzen. Die als Palissadenzellen bezeichneten Elemente liegen nur am Rande oder doch in dessen Nähe in einem Markstrahl, während die Mittelzellen nie an den Enden eines Markstrahls gelagert sein können. In einem Falle fand ich im oberen Teil eines Markstrahls 2 nebeneinander liegende Zel-

len, durch welche also um eine Zellhöhe die Einreihigkeit des Markstrahls unterbrochen wurde (siehe Fig. 11).

2. Gefässe. - Es kommen relativ viele Gefässe vor, bisweilen bloss durch 2 Zellen voneinander getrennt, selten grenzen 2 Gefässe direkt aneinander. Die Gefässe können gelagert sein: a. zwischen Markstrahl und Strangparenchym; b. zwischen Markstrahl und Libriform; c. zwischen 2 Faserzellen.

3. Libriform - Auf Schnitten, die mehr nach der Rinde zu ausgeführt wurden, bilden Libriform und Parenchymfasern die Hauptmasse der Elemente, während auf anderen in demselben Material in der Nähe des Kerns Parenchym in auffälliger Weise vorherrscht und Libriform nur spärlcih vorhanden ist, dagegen mehr Gefässe auftreten. Die Lagerung der Elemente ist hier also eine unregelmässige.

4. Parenchym. - Die rechteckigen Parenchymzellen sind zu Strangparenchym vereinigt, das folgendermassen gelagert sein kann: a. zwischen 2 Markstrahlen, sich mit der spitzen Endzelle dazwischen schiebend; b. zwischen Markstrahl und Parenchym; c. zwischen Gefäss und Markstrahl; d. zwischen Gefäss und Parenchym, d.h. also stets so, dass Holzparenchym, Markstrahlen und Gefässe ein einheitliches Transportsystem bilden. Am häufigsten sind mehrere Züge von Strangparenchym aneinander gelagert, und zwar können bis 11 solcher Zellzüge nebeneinander liegen, zwischen die sich hin und wieder ein Markstrahl einschiebt.

C. Auf dem Radialschnitt.

1. Markstrahlen. - Bilden quer verlaufende Bänder von höchstens 10 übereinander liegenden Zellreihen, bei denen die Länge die Höhe meist überwiegt. Die doppelt so hohen Palissadenzellen beschränken sich auf eine Reihe - die Randzone -, doch tritt darunter liegend häufig noch eine Reihe zu demselben Typus gehöriger, jedoch niedrigerer Zellen auf; die Mittelzellen sind auf die mittleren Zellagen beschränkt Die einzelnen Elemente, und zwar sowohl Palissaden- als Mittelzellen, sind gerade nebeneinander gelagert.

2. Gefässe. - Diese liegen isoliert im Gewebe eingebettet, zwei seitlich aneinander grenzende Gefässe habe ich nicht finden können.

3. Libriform - Dieses ist sehr regelmässig gelagert mit parallel verlaufenden Wänden und bildet die Grundmasse der Elemente.

Kern. - Das Material von einem andern Baum stammend. Zum Vergleich des Kerns mit dem Splint wurde das Holz des ersteren ebenfalls untersucht und die bei der Bearbeitung des Splints gewonenen Ergebnisse bestätigt gefunden; vor allem auch die Ausbidlung von Palissaden- und Mittelzellen, deren Besitz also als Artmerkmal anzusprechen ist. Ausser der durch Einlagerung von spezifischen Kernstoffen hervorgerufenen stärkeren Braunfärbung, welche sich auch auf die Interzellular-Räume des Holzes erstreckt, kann ich als Unterscheidung von dem Splint nur die bei Populus alba gemachte Beobachtung bestätigen, nämlich dass hier im Kern die Hoftüpfel nicht genau aneinander grenzen. Die Grösse der Tüpfel beträgt im Kernholz auf dem Tangentialschnitt

Hof		Spalt	
Breite	Höhe	Breite	Höhe
10,5 Mikr.	9 Mikr.	3 Mikr.	1,46 Mikr
9 "	7,5 "	3,57 "	0,97 "

Die Tüpfel sind meist etwas radial abgeplattet, vielleicht durch Wasserentzeihung in dem Mittellamelle, da das Kernholz ja wasserarm ist und nur noch dem Speichern von Reservestoffen dient.

POPULUS NIGRA.
Holz etwas dunkler gefärbt, mit Kern; Mark grünlich-weiss.
Zellgänge fehlen.

I. Die Ausbildung der Elemente.

Folgende Elemente kommen sichtbar vor:

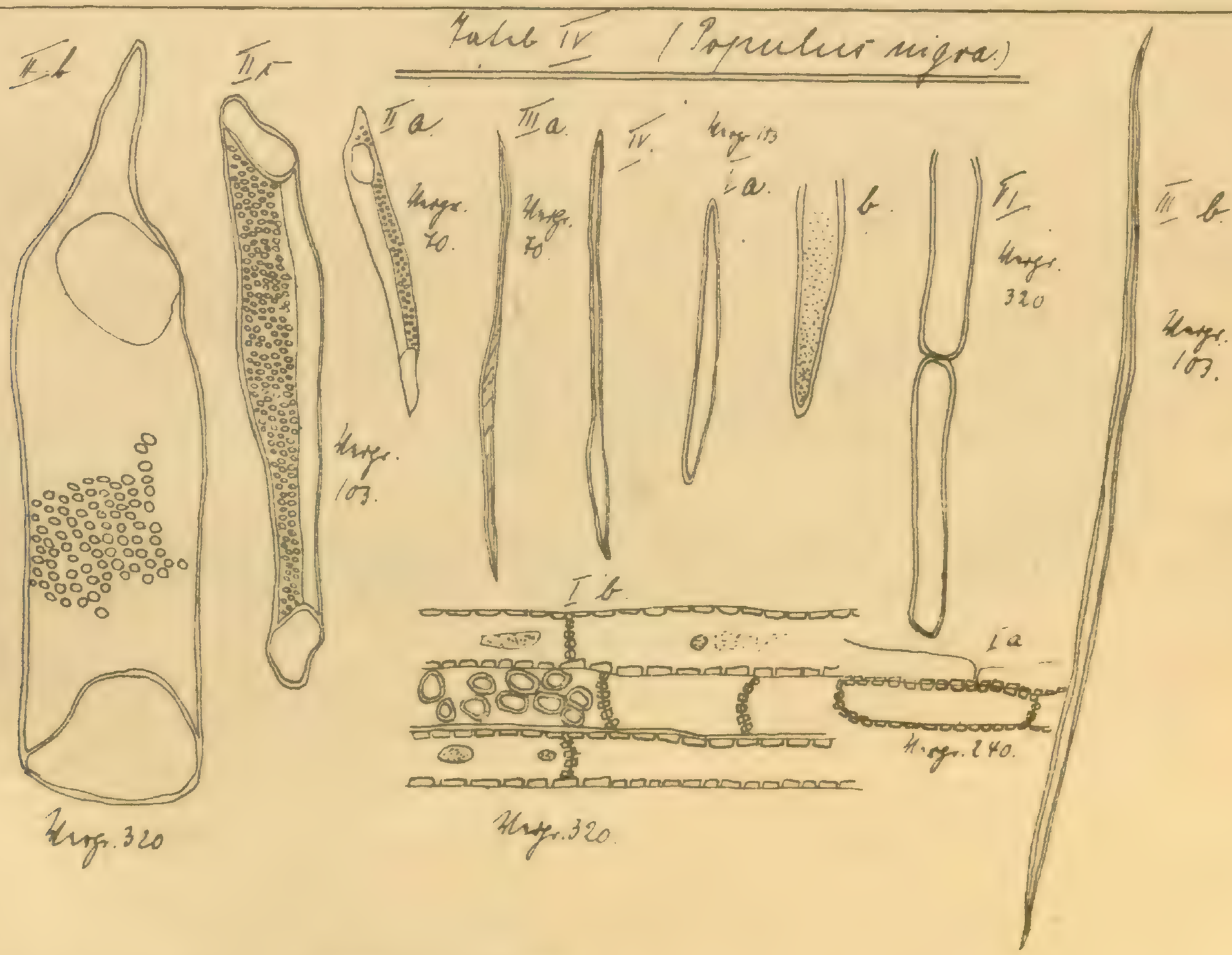
A. Auf dem Querschnitt: Markstrahlparenchym, 2. Gefässe, 3. Libriform.

B. Auf dem Tangentialschnitt: 1. Markstrahlparenchym, 2. Gefässe mit Hoftüpfeln, 3. Libriformfasern, 4. Parenchymfasern.

C. Auf dem Radialschnitt: 1. Markstrahlparenchym, 2. Gefässe mit Hoftüpfeln, 3. Echtes Libriform mit geraden und schiefen Spaltentüpfeln, 4. Parenchymfasern, 5. Strangparenchym mit Inhalt.

Durch Mazeration isolierte Organe: 1. Markstrahlparenchym, 2. Gefässe mit Hoftüpfeln, 3. Libriformfasern, 4. Parenchymfasern, 5. Ersatzfasern, 6. Strangparenchym.

BILD BEI MAZERATION: (siehe Tafel 4). - Die Hauptmasse bilden die Faserzellen mit sich stark verjüngenden Enden; die Länge der Elemente variiert, es kommen auch kürzere Zellen vor. Die Tüpfelung ist nicht sehr deutlich sichtbar, die



Tüpfel sind sehr kurz und wenig schräg.

An Markstrahlzellen sind längere und kürzere vorhanden, letztere breiter, Längs- und Querwand annähernd gleich kurz. Sowohl längere, schmale als auch breitere, kurze Zellen sind mit Inhalt versehen, auch die Hoftüpfel ausbildenden Elemente.

Gefässe sind ebenfalls in grosser Zahl vorhanden, sowohl lang gestreckte wie auch kurze, gedrungene; beide jedoch mit Hoftüpfeln versehen. Tracheiden fehlen. Schwer zu isolieren sind Holzparenchymzellen, welche zu Strangparenchym vereinigt

sind. Es sind weitlumige, rechteckige Elemente mit weniger stark verdickten Wänden.

Ausbildung der Elemente auf dem Querschnitt.

F r ü h h o l z . - 1. Markstrahlen - Diese sind schmal, sich gelegentlich etwas erweiternd. Sie bilden folgende Tüpfel aus:

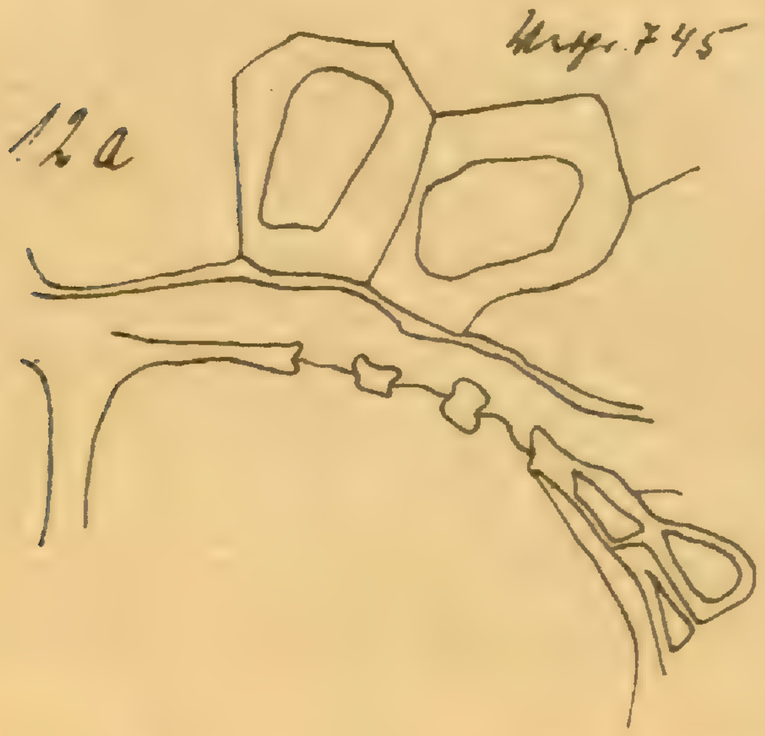
a. Ziemlich regelmässig parallel zu den Längswänden angeordnet kleine, runde Tüpfel, welche nur als stark lichtbrechende Punkte erscheinen, dicht gelagert sind, sodass nur ein Zwischenraum von 3,0 - 6 Mikr. dazwischen liegt. Bisweilen, jedoch seltener, treten sie auch im Zellumen auf. Es sind dies quer getroffene Tüpfel der radialen Markstrahlwände, welche ziemlich regelmässig gegen die Interzellularen zwischen 2 Markstrahlzellen hin orientiert sind.

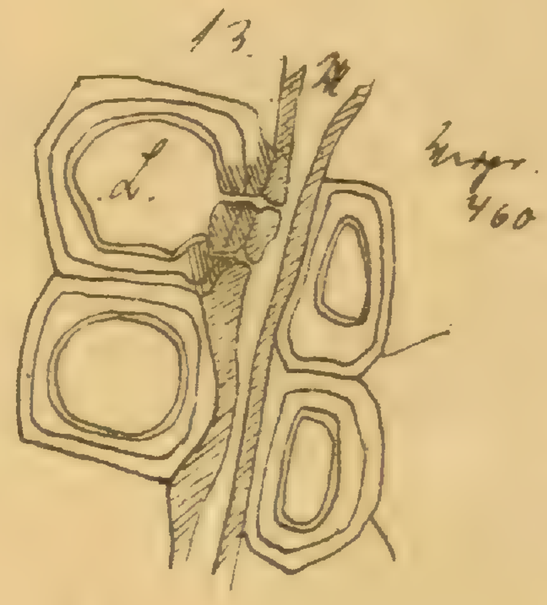
b. Es werden zwischen Markstrahl und Gefäss Hoftüpfel ausgebildet, typisch 2-seitige, zwischen denen sich die Schliesshaut ausspannt. Der Hof ist nur relativ kurz und von dem Spalt sowohl der Gefäss- wie der Markstrahlwand nicht wesentlich verschieden (verg. Fig. 12 und 12a). Der Schliesshaut fehlt der Torus.

Kanal				Hof	
Markstrahl		Gefäss.			
Breite	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge
5,5 Mikr.	1,5 Mikr.	6,0 Mikr,	1,5 Mikr	7,5 Mikr.	1,5 Mikr.

Der Kanal nach dem Markstrahl hin ist etwas enger als nach dem Gefäss hin

c. bilden sich zwischen Markstrahl und Libriform Spaltentüpfel aus, die sich in der Mitte zu einem kleinen Hof erweitern, bei ihrer Mündung sowohl in die Markstrahl- wie in dle Libriformzelle breiter werden (siehe Fig. 13).





2. Gefässe. - Die Gefässe sind weitlumig, nach dem Herbstholz hin findet eine allmählige Grössenabnahme statt, während die ersten Gefässe im Frühjahr eine grössere radiale Ausdehnung erhalten. Die Leitungsbahnen passen sich also in ihrer Ausbildung dem Bedürfnis des Baumes, zu Beginn der Wachstumsperiode einen besonders starken Saftstrom aufzunehmen und zu transportieren, an. Aus der Grösse der ersten Gefässe im Frühjahr kann man wohl auf die Wachstumsintensität des Baumes schliessen.

Über die Dimensionen der Gefässe gibt die erste Tabelle auf Seite 53 Aufschluss Die Gefässe A, B, - C, D, - F, G, H, I bilden Komplexe; zwischen I und K muss man sich die Jahrring-Grenze verlaufend denken. Zwischen aneinander grenzenden Gefässen werden zweiseitige Hoftüpfel (siehe Fig. 18) ausgebildet. Der Spalt hebt sich deutlich vom Hof ab, in welchem die Schliesshaut mit Torus sich ausspannt.

Die Abmessungen der Tüpfel stellt die zweite Tabelle auf Seite 53 dar.

Die Länge des Spaltes plus Länge des Hofes ergibt die Dicke der Zellwand. Zwischen Gefäss und Libriform fehlen die Spaltentüpfel.

3. Libriform. - Die Libriformzellen sind sehr stark verdickt, ihre Membran verholzt und deutlich gestreift, hervorgerufen durch mehr und weniger verholzte

Schichten, die übereinander gelagert sind. Da diesen Streifen in der benachtbarten Zelle ebensolche entsprechen, scheint es, als ob dadurch, sowie durch die Tüpfelung eine Kommunikation der Zellen bezweckt wird, sodass sie Stoffe aus den Leitungsbahnen hindurchdiffundieren lassen. Wenigstens bewirkt die Schichtung der Libriformfasern eine gewisse Elastizität derselben (siehe Fig. 14). Wo mehrere Libriformzellen aneinander grenzen, verdickt sich die Mittellamelle zu dreieckigem

Gefässe sich dem Spätholz nähernd				Erste Gefässe im Frühjahr.			
Breite		Höhe		Breite		Höhe	
A	58 Mikr.	65	Mikr.	K	51,0 Mikr.	104	Mikr.
B	58 "	65	"	L	45,1 "	45,1	"
C	52 "	54,1	"	M	32,2 "	52	"
D	39 "	48,1	"	N	52 "	91	"
E	39 "	52	"	O	52 "	65	"
F	26 "	39	"	P	65 "	91	"
G	19,9 "	19,9	"	Q	118,5 "	75	"
H	26 "	32,2	"				
I	26 "	19,9	"				

Spalt				Hof			
Länge		Breite		Länge		Breite	
3,0	Mikr.	3,6	Mikr.	4,5	Mikr.	9,0	Mikr.
2,56	"	3,6	"	4,5	"	8,65	"

Zwickel oder es werden Interzellularen ausgebildet, die auch zwischen Libriform und Markstrahl auftreten.

Neben weitlumigen Elementen kommen auch solche vor, deren Lumen fast nur spaltenförmig ist; die Wandstärke beträgt 6 - 9 mikr., sie ist von den folgenden Massangaben abzuziehen, damit man das Zellumen erhält:

Wanddicke					
Breite		Höhe		radial	tangential
27	Mikr.	24	Mikr.	4,3 Mikr.	4,54 Mikr.
25,5	"	23,1	"	5,52 "	6 "
21	"	21	"	4,5 "	4,5 "
9	"	9	"	3,0 "	3,0 "
6	"	12	"	2,35 "	2,05 "
38,1	"	22,2	"	4,5 "	4,5 "

An den radialen Wänden zwischen 2 Libriformfasern werden Spaltentüpfel ausgebildet, die sich in der Mitte zu einem runden Hof erweitern, der sich aber kaum merklich vom Spalt abhebt (siehe Figur 19). Weite des Spaltes 0,6 mikr , Länge des Spaltes 6 mikr.; Weite des Hofes 0,9 zu 0,9 Mikr Die Mündung des Spaltes in das Zellumen ist grösser als der Hof.

S p ä t h o l z . - 1. Markstrahlen. Die Markstrahlzellen erweitern sich etwas und stehen mit denen des Frühholzes durch perforierte Querwände in Verbindung. Auch im Spätholz treten die kleinen, kreisrunden Tüpfel in regelmässiger Anordnung auf; die Hoftüpfel zwischen Markstrahl und Gefäss fehlen meist, doch sind die Markstrahl-Libriformtüpfel vorhanden.

2. Gefässe. - Diese sind tangential gestreckt und stehen durch Hoftüpfel mit Gefässen des angrenzenden Frühholzes in Verbindung.

3. Libriform. - Bildet die Hauptmasse der Elemente und ist stark tangential gestreckt:

Länge	Höhe	Zellwanddicke
18 Mikr.	9 Mikr.	3,2 Mikr.
24 "	12 "	3,2 "
27 "	9 "	3,0 "

Länge	Höhe
25,5 Mikr,	12 Mikr.
22,18 "	15 "
21 "	6 "

Genau wie im Frühholz tritt auch hier die tangentiale Streifung der Libriformzellen auf; desgleichen werden (wenn auch nicht so zahlreich) Spaltentüpfel zwischen 2 Libriformfasern ausgebildet, und zwar sind die Spalten entweder gekreuzt oder gerade.

Ausbildung der Elemente auf dem Tangentialschnitt.

1. Markstrahlen. - Die Endzellen derselben sind englumiger als die anderen Zellen:

Mittlere Zellen		Endzellen	
Länge	Breite	Länge	Breite
15 Mikr	6 Mikr.	12 Mikr.	3,0 Mikr.
18 "	7,45 "	12 "	3,0 "
15 "	6,73 "	12 "	3,0 "

Folgende Tüpfel werden gebildet: a. Die Markstrahlzellen stehen miteinander durch gekreuzte Spaltentüpfel in Verbindung, die in der Mitte neben dem Interzellular-Raum in einen kleinen Hof münden (siehe Fig. 20).

Länge des Kanals: 3,75 Mikr. Hof: 1,5 zu 1,5 Mikr.
Breite " " 0,65 " " " " " "
Länge " " 5,5 " " 1,2 1,2 "
Breite " " 0,7 " " " " "

Da sich 2 gekreuzte Spalten gleichen, gelten die angegebenen Masse für beide Spalten welche den gemeinsamen Hof bilden.

b. Wo eine Markstrahlzelle an ein Gefäss angrenzt, wird die gemeinsame Wand, besonders bei den dem Ende zu liegenden Zellen getüpfelt. Es werden Hoftüpfel ausgebildet, deren Hof und Kanäle sich wenig von einander unterscheiden und deren Schliesshaut in die Markstrahlzelle hinein gekrümmt ist. Diese Tüpfel sind relativ gross: Weite des Kanals: 6 und 6 Mikr.; die Wanddicke beträgt an der Stelle 3 Mikr.

2. Gefässe. - Es sind Tüpfelgefässe mit einfacher Perforation vorhanden. Die Hoftüpfel besitzen einen rhombisch begrenzten Hof und elliptischen Spalt:

Hof		Spalt	
Breite	Höhe	Breite	Höhe
12 Mikr.	10,8 Mikr.	3 Mikr	1,5 Mikr
12 "	9 "	3,7 "	2,24 "
12 "	9 "	5,53 "	1,46 "

Die Tüpfel sind regelmässig ausgebildet, ihre Höfe grenzen dicht aneinander.

3. Libriform. - Echtes Libriform mit Spaltentüpfeln ist selten.

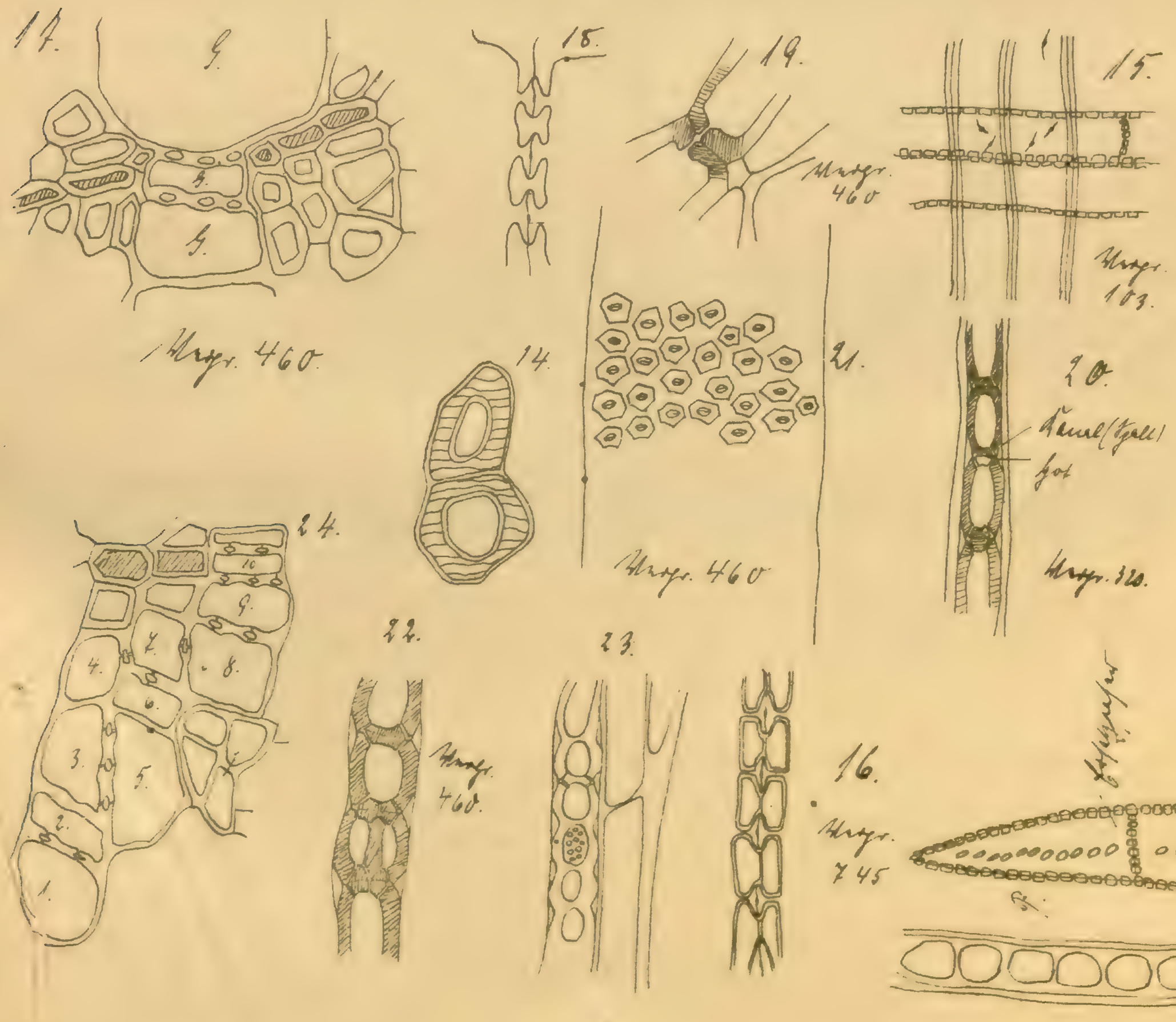
4. Parenchymfasern. - Mit schief gestellten Spaltentüpfeln in der Wandung, welche kurz und zahlreich sind. Länge: 4,6 - 5,5 Mikr.

C. Radialschnitt.

1. Markstralen. - Die Markstrahlzellen unterscheiden sich kaum ihrer Grösse nach, auch die Tüpfel ausbildenden Elemente nur wenig von den andern.

Getüpfelte Elemente				Ungetüpfelte Elemente			
Höhe		Länge		Höhe		Länge	
29,7	Mikr.	85	Mikr.	22,2	Mikr.	73,7	Mikr.
25	"	68	"	14,8	"	66,6	"
29,6	"	66,6	"	18,5	"	44,4	"
29,6	"	66,6	"	25,9	"	62,9	"
22,2	"	70	"	15	"	60	"

Die ungetüpfelten Elemente stehen durch perforierte Längs- und Querwände miteinander in Verbindung, während bei den mit Tüpfeln versehenen Zellen bloss die



Querwände perforiert sind.

Bei den mit Gefässen gebildeten Hoftüpfeln decken Hof und Kanal sich fast voll-

ständig, sodass man mit Bestimmtheit nur eine Kontur sieht. Ihre Ausdehnung beträgt 6,5 zu 6,0; 9 zu 7,7; 9 zu 6 Mikr.

Wo ein Markstrahl an Libriform angrenzt, treten auch dort im Libriform feine Spaltentüpfel auf mit geringem Hof (siehe Fig. 15). Markstrahlzellen sind inhaltsreich.

2. Gefässe. - Gefässe mit Hoftüpfeln; dort, wo 2 Gefässe seitlich aneinander grenzen, werden 2-seitige Hoftüpfel ausgebildet - beim Schneiden löst sich die so getüpfelte Wand leicht los (siehe Fig. 16). Hof: 6 Mikr. lang, 3 Mikr. breit; Spalt: 0,97 Mikr. lang, 2,56 Mikr. breit

Eine zweite Art von Tüpfeln sind die Hoftüpfel, welche das Gefäss durchsetzen, deren Höfe polygonal, Spalt elliptisch ist.

Hof				Spalt			
Breite		Höhe		Breite		Höhe	
12	Mikr.	9	Mikr.	3,7	Mikr.	3,0	Mikr.
15	"	9	"	3,7	"	2,24	"
13,5	"	9,75	"	3,6	"	2,24	"

3. Libriform. - Englumige, langgestreckte Elemente mit zahlreichen, schief gestellten Spaltentüpfeln, die aber auch, sich der Längsrichtung nähernd, fast parallel zu derselben verlaufen können. Länge dieser Spalten: 9,0 - 6 Mikr., Erweiterung in der Mitte: 1,5 zu 1,5 bis 0,97 zu 0,97 Mikr.

4. Parenchymfasern. - Unterscheiden sich vom Libriform durch getüpfelte Wände. Ihre Spaltentüpfel sind kürzer als die der Libriformfasern und stehen dichter, durchschnittlich 3,0 mikr. lang, sind in einem Stück Wand von 15 Mikr. Länge 4 Spalten vorhanden.

5. Strangparenchym (vereinzelt). - Besteht aus rechteckig gestreckten Zellen deren Wände schwächer verdickt sind als die des angrenzenden Prosenchyms. Parenchymwand: 1,5 - 2,24, Prosenchymwand 3 Mikr. stark.

(Fortsetzung im 2. Heft.)

Mitteilung des Herausgebers.

Ich hoffe, dass alle Fachgenossen erkennen werden, welche Bedeutung für unsere Wissenschaft eine ganz regelmässig erscheinende und zugleich sehr billige Zeitschrift, die auch nicht allzu sehr auf die Kürzung der Arbeiten zu sehen braucht, hat und dass sie durch Beiträge dieselbe ausgiebig unterstützen werden. Besonders auch für "vorläufige Mitteilungen", die zur Sicherung von Prioritäten notwendig sind, werde ich stets im "Archiv" Raum haben und für sie, eventuell sie vor regelmässige Beiträge einschiebend, rascheste Publikationsgelegenheit bieten. Druck und Figuren haben sich, wofür die beiden letzten Hefte Beläge sind, derart gebessert und das Verfahren zur Korrektur der Tippfehler hat sich so gut bewährt, dass kaum mehr Klagen zu befürchten sind. Der einzige noch gebliebene Mangel des Druckverfahrens, die am Ende auslaufenden Zeilen, lässt sich leider nicht beheben. Ich glaube aber, dass darüber in Anbetracht des billigen Preises der Zeitschrift hinweggesehen werden kann.

Verlag von Prof. Dr. Moz, Königsberg Pr., Besselplatz 3. - Kommissionsverlag des Reperteriums, Prof. Dr. Fedde, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49. - Steindruck von A. Wilutzky, Königsberg Pr.

B O T A N I S C H E S A R C H I V.

Zeitschrift für die gesamte Botanik.

Herausgegeben von Dr. CARL MEZ,

Professor d. Botanik a. d. Univers. Königsberg.

II. Band, Heft 2.

Ausgegeben am 15. August 1922.

Verlag des Herausgebers, Königsberg Pr , Besselplatz 3 (an diese Adresse alle den Inhalt der Zeitschrift betreffenden Zuschriften) - Kommission: Verlag des Repertoriums, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49 (Adresse für den Bezug der Zeitschrift)
Alle Rechte vorbehalten. Copyright by Carl Mez in Königsberg 1922

Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaften innerhalb der Pflanzengruppe der Gymnospermae.

Von KARL KIRSTEIN (Königsberg Pr.).

Diese im Juni 1918 als Dissertation erschienene, längst vergriffene Arbeit wird auf Wunsch vieler Abonnenten des Bot. Archivs in gekürzter Form (unter Weglassung der Tabellen) mit Genehmigung des Verfassers wieder abgedruckt.

Im Zusammenhang mit der im botanischen Institut der Universität Königsberg unternommenen sero-diagnostischen Sammelforschung über das System der höheren Pflanzen (1) wurde mir von Herrn Prof. Dr. MEZ die Gruppe der Gymnospermae zugewiesen.

Meine Untersuchungen habe ich bereits 1913 begonnen und hatte sie bei Ausbruch des Krieges bis zu dem in der folgenden Arbeit vorliegenden Umfang gefördert. Der Abschluss sollte damit nicht erreicht sein, sondern es sollten noch weitere Immunisationen erfolgen und von diesen Zentren aus die gewonnenen Ergebnisse teils reciprok geprüft, teils ergänzt und erweitert werden. Besonders wünschenswert erschien die Araucarieae, Taxodieae, Podocarpeae, Actinostrobeae, Thujopsideae und Ephedraceae als Ausgangspunkte für die Serum-Reaktionen zu gewinnen. Zum Teil war das Samen-Material für diese Untersuchungen schon vorhanden, Immunisationen von Kaninchen mit dem Samen-Eiweiss von Biota und Cryptomeria hatten bereits ein Serum mit ziemlich hochwertigem Titer erzeugt. Da wurde ich durch meine Einberufung zum Kriegsdienst an der Vollendung der Arbeit verhindert.

Immerhin haben die durchgeführten Immunisationen und Reaktionen bereits Ergebnisse geliefert, die wissenchaftlich nicht ohne Interesse sein dürften Da ich nicht weiss, ob eine Vollendung meiner Arbeit in dem geplanten Umfang in der Zukunft mir überhaupt möglich sein wird, lege ich das Fertiggestellte hier vor.

Bei der Verwertung meiner Untersuchugs.Ergebnisse resp. ihrer Interpretation

im Vergleich mit den von anderen Ausgangspunkten aus gewonnenen Anschauungen über die Verwandtschafts-Verhältnisse der Gymnospermen wurde ich dadurch besonders unterstützt, dass durch J. P LOTSY (2) neuestens eine ganz vollständige Zusammenstellung der Literatur mit genauen Inhalts-Angaben und objektiver Erörterung der bestehenden übereinstimmenden und voneinander abweichenden Ansichten gegeben wurde

Es wäre mir im Feldlager und neuerdings bei meinem angestrengten Dienst in der Heimat nicht möglich gewesen, die grosse und zerstreute Literatur über das von mir in Angriff genommene Gebiet zu verarbeiten, wenn ich nicht in dem bezeichneten Werk die fertige Vorarbeit gefunden hätte. Ich werde deshalb im folgenden nicht die Original Arbeiten, sondern ihre Reproduktion bei LOTSY zitieren

Gleichfalls die wertvollste Unterstützung erhielt meine Arbeit durch WETTSTEIN (3) und ENGLER (4); die Bearbeitung der Podocarpeae von PILGER (5) habe ich gleichfalls als Grundlage für meine systematischen Folgerungen aus den sero-diagnostischen Untersuchungs-Ergebnissen benützt.

I. DIE UNTERSUCHUNGS-METHODE.

Als Versuchstiere verwendete ich, wie meine Vorgänger, Kaninchen, die entweder intravenös in die Ohrvene oder meist intraperitoneal mit Samen- resp. Sporen-Auszügen geimpft wurden. Als Impfmaterial benützte ich entweder mit physiologischer Kochsalzlösung (6) oder mit 0,1% NaOH-Lösung gewonnene Eiweiss-Auszüge. Die Anwendung der stark verdünnten Natronlauge als Lösungsmittel und die Vergleichbarkeit der mittels NaCl und NaOH gewonnenen Auszüge wurde von mir zugleich mit PREUSS (7) erprobt und sicher gestellt.

Ebenso wie PREUSS (8) habe auch ich die Reaktionsextrakte stets mit ESBACH'schem Reagens auf ihren Eiweiss-Gehalt untersucht, um eventuell durch Konzentration oder Verdünnung - soweit dies möglich war - Extrakte von gleichem Eiweiss-Gehalt herzustellen.

Weitere Untersuchungen, die sich auf die technische Verbesserung der Untersuchungs-Methode bezogen, wurden von mir behufs Haltbarmachung der Immun-Sera durchgeführt Es hat sich bei allen zu botanischen Zwecken durchgeführten Serum-Untersuchungen als Misstand ergeben, dass die Immunsera stets rasch aufgebraucht werden mussten. Es ist schwierig und bedingt umständliche Vorsichts-Massregeln, wenn man ein Serum einige Zeit aufbewahren will. Die Infektion der Eiweiss-Lösungen durch Bakterien erfolgt allzu leicht und hat das rasche Verderben der mühsam und kostspielig gewonnenen Immunsera zur Folge. Hat man ein Serum gewonnen, so müssen die damit zu prüfenden Samen alle vorrätig sein, um sofort in ihren Auszügen in Arbeit genommen zu werden. Auch wenn man das Immunserum, wie dies meine Vorgänger und ich taten, im Eisschrank aufbewahrt, ist ein rasches und oft summarisches Arbeiten durch die Verderblichkeit des gewonnenen Stoffes notwendig. Irgend welche Nachprüfungen der gewonnenen Ergebnisse oder die im Lauf der Untersuchung öfters wünschbar werdende Einfügung weiterer Versuche ist unmöglich oder erfordert die Neu-Immunisation eines weiteren Tiers. Auch ist die direkte Nachprüfung der Ergebnisse von anderer Seite ausgeschlossen, wenn das ganze Immunserum verbraucht ist.

Ich wurde daher vor die Aufgabe gestellt, eine dauernde Konservierung der Immunsera zu versuchen, eine Sammlung von solchen sollte zu beliebig späterem Gebrauch im Institut angelegt werden.

Diese Dauerhaftmachung der Immuns-Sera gelingt recht gut durch Eintrocknen derselben Sowohl im Vacuum in Glasschalen wie an der Luft auf Papier eingetrocknetes Immunserum lässt sich in wohl verschlossenen braunen Gläsern gut aufbewahren und liefert, je nach seiner beabsichtigten Verwendung, mit 0,8% NaCl oder mit 0,1% NaOH gelöst, eine durchaus brauchbare Reaktions-Flüssigkeit. Ich kann besonders die Aufbewahrung auf Papier eingetrocknet empfehlen; nur muss ein zähes, nicht faserndes Papier gewählt werden, weil die kleinen Papierflitterchen leicht Niederschläge vortäuschen können.

In meinen mit Taxus baccata durchgeführten Versuchen (siehe die Tabellen Seite

26 - 30 der Originalarbeit) ist das Verhalten auf Papier eingetrocknet gewesennen und wieder aufgelösten Immun-serums behandelt und mit den Reaktionen des gleichen in frischem Zustand befindlichen Serums verglichen Man sieht in allen Fällen, dass die Reaktionen des eingetrockneten Serums ein wenig später eintreten und etwas schwächer sind als die des frischen. Aber nur ein gradueller, nicht ein prinzipieller Unterschied liegt vor und der Versuch beweist, dass das Verfahren, die Immunsera durch Eintrocknen zu konservieren, höchst aussichtsvoll ist-

Die Eintrocknung des Immunserums auf Papier hat aber noch einen weiteren Vorteil, auf den ich besonders aufmerksam machen möchte Wie schon MEZ und GOHLKE (9) betonen, ist die Dosierung der Sera sowohl wie der Eiweiss-Auszüge überaus schwierig, ja in vielen Fällen auch durch die von LANGE, PREUSS und mir (siehe oben) versuchte Einstellung mittels ESBACH'schem Reagenz nur sehr annähernd zu erreichen Bei einem eingetrockneten Serum kann ein für alle mal der Titer festgestellt werden, und die Menge der jeweils zu einer Reaktion aufzulösenden Eiweiss-Masse ist, da dem Quadratmass des damit getränkten Papiers proportional, stets mit Leichtigkeit zu bestimmen. Eine wesentliche Verbesserung und Genauermachung der Untersuchungs-Methode könnte durch ausschliessliche Verwendung solcher erst eingetrockneter und jeweils vor dem Gebrauch wieder gelöster Sera erzielt werden (10).

Bei meinen Untersuchungen verwendete ich fast ausschliesslich die Conglutinations-Methode. Ihr hauptsächlichster Vorteil besteht darin, dass sie in 4 1/2 Stunden vor sich geht, während die Präcipitation 12 Stunden braucht, in welcher Zeit oft schon eine Infektion der Lösungen stattgefunden hat. Ferner lässt sich bei der Conglutination der stufenweise Verlauf der Reaktionen genau verfolgen, wobei die Abtönung zugleich eine Kontrolle für die Richtigkeit ist Der Präcipitations-Methode habe ich mich nur zur Bestätigung der durch Conglutination gewonnenen Ergebnisse bedient.

Über die Einzelheiten der angewendeten Methode brauche ich nichts auszuführen; ich habe zu gleicher Zeit wie PREUSS (11) im gleichen Raum gearbeitet und seine Angaben über die Untersuchungsmethoden könnte ich nur wiederholen

II. DIE VON MIR AUSGEFÜHRTEN SERUM-REAKTIONEN.

1. Immunserum von Abies pectinata. - Die stärkste Reaktion, in Verdünnung 0,08 nach 20' bereits stark, in Verdünnung 0,001 nach 60' deutlich vorhanden, und sich bis zum Schluss der Ablesung steigernd ergab Abies pectinata selbst; kaum schwächer, nämlich in Verdünnung 0,08 bei 20' deutlich, bei 0,01 nach 60 bzw. 90', bei 0,005 bei 120 bzw. 150' mit deutlicher Ausflockung, die sich gleichfalls bis zum Schluss der Ablesungen immer mehr verstärkte, reagierten: Abies Nordmanniana, Pinus silvestris, Pinus Cembra, Pinus Strobus, Pinus Thunbergii. - Erheblich schwächer waren die Reaktionen (bei 0,08 erst nach 40' beginnend) von Libocedrus decurrens, Callitris quadrivalvis, Biota orientalis. - Noch schwächer, erst nach 60' mit deutlicher Ausflockung bei Verdünnung 0,08 beginnend, reagierten Juniperus communis und Cephalotaxus Fortunei. - Bei derselben Verdünnung und 90' beginnend waren noch unzweifelhaft die Reaktionen von Taxus baccata und Ephedra altissima. Unter den gleichen Umständen zeigte sich die Reaktion erst nach 120' bei Podocarpus Mannii; erst nach 150' bei Verdünnung 0,08 ergaben Torreya nucifera und Selaginella caulescens (letztere in NaOH-Extrakt) deutliche Reaktion.

Zu den Gymnospermen gerechnete Formenkreise, welche keine Reaktion ergaben, waren: Araucaria imbricata (Versuch mit NaCl- und NaOH-Extrakt), Araucaria brasiliana, Cycas revoluta, Encephalartos villosa.

Von Dicotylen reagierte Magnolia purpurea in Verd. 0,08 nach 90' deutlich, nach 120' stark, in Verd. 0,02 nach 120' deutlich; Magnolia hypoleuca und M. tripetala bei Verd. 0,08 nach 120' deutlich; Magnolia glauca nach 150' undeutlich.

Über Reaktionen mit Kryptogamen ist zu berichten: Selaginella Martensii (NaOH-Extrakt) bei 0,08 und 120': undeutliche Reaktion; Isoetes lacustris, Lycopodium

clavatum, Struthiopteris germanica Reaktion negativ.

Negative Reaktionen zu Phanerogamen: Anona triloba, Calycanthus praecox, Nuphar luteum, Ranunculus Steveni, Berberis vulgaris, Alisma Plantago, Amarantus caudatus, Carya alba, Piper nigrum, Casuarina torulosa, Vicia Faba, Acanthus longifolius, Cucurbita Pepo, Helianthus annuus

2. Immunserum von Picea excelsa. - Völlig gleich starke Reaktionen, mit 0,08 bei 20', mit 0,005 bei 120' eingetreten und sich bis zum Schluss der Ablesungen gleichmässig verstärkend bei: Picea excelsa, Abies pectinata, Pinus silvestris. - Ganz wenig schwächer, nämlich mit 0,08 erst bei 40' eingetreten und mit 0,05 sich erst bei 150' zeigend mit: Tsuga canadensis, Taxodium distichum, Biota orientalis (bei letzterer Reaktion mit 0,005 schon bei 120') - Nächst schwächere Reaktionsstufe, mit 0,08 bei 40', mit 0,005 bei 120' bzw. 150' beginnend: Pseudotsuga Douglasii, Pseudolarix Kämpferi - Mit 0,08 bei 60', mit 0,005 bei 120' bzw 150' beginnend: Cedrus Deodara, Libocedrus decurrens - Ebenso, aber Verdünnung 0,005 ohne deutliche Fällung, nur mit Trübung: Juniperus communis. -- Schwächere Reaktionen innerhalb der Gymnospermen, mit Verdünnung 0,08 bei 90', mit Verdünnung 0,02 bei 120' auftretend: Ephedra altissima. - Mit Verd. 0,08 bei 90', mit 0,02 bei 150' auftretend: Cephalotaxus Fortunei. - Nur mit Verd 0,08 bei 90' auftretend: Taxus baccata. - Mit 0,08 bei 120': Torreya nucifera. - Mit 0,08 bei 150': Podocarpus Mannii.

Reaktionslosigkeit mit folgenden Gymnospermen: Araucaria imbricata, Araucaria brasiliana, Cycas revoluta, Encephalartos villosa, Ginkgo biloba.

Reaktionen mit folgenden Phanerogamen: Magnolia purpurea und Magnolia tripetala mit Verd. 0,08 von 120', mit 0,02 von 150' ab auftretend: - Mit Magnolia hypoleuca und Magnolia glauca in Verd. 0,08 von 150' ab vorhanden. - Mit Calycanthus praecox und Anona triloba nur Trübungen, welche nicht als Reaktionen gewertet wurden.

Reaktionslosigkeit mit folgenden Kryptogamen: Lycopodium clavatum, Struthiopteris germanica.

Reaktionslosigkeit mit folgenden Phanerogamen: Nuphar luteum, Berberis vulgaris, Ranunculus Steveni, Amarantus caudatus, Carya alba, Fagus silvatica, Piper nigrum, Casuarina torulosa, Vicia Faba, Cucurbita Pepo, Helianthus annuus, Acanthus longifolius.

3. Immunserum von Pinus silvestris. - Stärkere Reaktionen als mit der Ausgangsspezies selber, nämlich bei 0,08 schon bei 20' vorhanden und sich bis zum Schluss der Ablesungen gewaltig verstärkend, bei 0,005 von 120' an deutlich mit: Abies pectinata und Picea excelsa. - Mit 0,08 bei 20' nur Trübung, sonst genau ebenso mit: Pinus silvestris (diese mit Verd. 0.005 schon bei 90' positiv) und Taxodium distichum.- Reaktionen der Verdünnung 0,08 von 60', der Verdünnung 0,01 von 90', der Verdünnung 0,005 von 150' ab: Pseudotsuga Douglasii. - Reaktionen mit 0,08 von 60', mit 0,01 von 150' ab, mit 0,005 nur Trübungen, keine deutlichen Fällungen mehr: Cedrus Deodara, Callitris quadrivalvis, Biota orientalis. - Reaktion mit 0,08 von 90', mit 0,01 von 120' ab, sonst ebenso: Pseudolarix Kämpferi, Taxus baccata, Libocedrus decurrens. - Reaktion mit 0,08 von 90' ab, die Verdünnungen 0,01 und 0,005 nur Trübungen ergebend: Juniperus communis - Reaktion mit 0,08 von 90', mit 0,02 von 150' ab, sonst nur Trübungen, aber 0,005 völlig reaktionslos: Cephalotaxus Fortunei, Podocarpus Mannii, Ephedra altissima. - Schwache aber deutliche Reaktionen mit 0,08 von 90' ab, mit 0,02 nurTrübungen, mit schwächeren Verdünnungen überhaupt reaktionslos: Torreya nucifera.

Völlige Reaktionslosigkeit mit folgenden Gymnospermen: Araucaria imbricata, Araucaria brasiliensis, Ginkgo biloba, Cycas revoluta, Encephalartos villosa.

Reaktion mit Dicotylen in Verdünnung 0,08 von 90', 0,02 von 120' bzw. 150' ab: Magnolia purpurea, Magnolia tripetala; ebenso, doch 0,08 erst von 120' ab: Magnolia hypoleuca, Magnolia glauca.

Negative Reaktionen mit Kryptogamen: Lycopodium clavatum, Struthiopteris germanica

Negative Reaktionen mit Phanerogamen: Anona triloba, Calycanthus praecox,

Nuphar luteum, Ranunculus Steveni, Berberis vulgaris, Amarantus caudatus, Carya alba, Fagus silvatica, Piper nigrum, Casuarina torulosa, Vicia Faba, Cucurbita Pepo, Helianthus annuus, Acanthus longifolius.

4 Immunserum von Taxus baccata - Reaktionen: a Taxus baccata mit Verdünnungen 0,08 und 0,02 von 20', 0,01 und 0,005 von 60' ab. - b Cephalotaxus Fortunei mit Verdünnung 0,08 von 20, mit 0,005 von 120' ab. - c Taxodium distichum mit Verd 0,08 von 20', 0,01 von 90' ab, mit 0,005 nur Trübung. - d Podocarpus chinensis mit Verd 0,08 von 90', 0,02 von 120', 0,01 von 150' ab, Verd 0,005 nur Trübungen. - e Abies pectinata mit Verd 0,08 von 60', 0,02 von 90', 0,01 von 120' ab, 0,005 reaktionslos - f Picea excelsa 0,08 von 90', 0,02 von 120', 0,01 von 150' ab; 0,005 reaktionslos - g. Pinus Cembra: 0,08 von 90', 0,02 von 120' ab, 0,01 nur Trübung, 0,005 reaktionslos - h Torreya nucifera: 0,08 von 90', 0,02 und 0,01 gleichmässig von 150' ab, sonst reaktionslos - i Cedrus Deodara, Biota orientalis, Ephedra altissima: 0,08 von 90', 0,02 von 120' ab, 0,01 nur Trübungen; 0,005 reaktionslos - k Ginkgo biloba: 0,08 von 40' ab Trübung, von 90' ab zweifelhafter, von 120' ab unzweifelhafter Niederschlag; 0,01 von 60' ab Trübung aber dauernd ohne sichere Fällung; 0,005 reaktionslos - l Juniperus communis: 0,08 von 60' ab Trübung, von 120' ab Ausflockung; 0,02 von 60' ab Trübung, von 150' ab Ausflockung Stärkere Verdünnungen reaktionslos - m Araucaria imbricata, Cycas revoluta: reaktionslos - n. Selaginella caulescens, Lycopodium clavatum, Struthiopteris germanica: reaktionslos - o Magnolia hypoleuca, Rosa rubrifolia, Vicia Faba, Cucurbita Pepo, Helianthus annuus, Acanthus longifolius: reaktionslos.

4a Immunserum von Taxus baccata, auf Papier eingetrocknet gewesen und wieder gelöst, ergab mit: Taxus baccata, Cephalotaxus Fortunei, Ginkgo biloba, Pinus Cembra, Ephedra altissima die gleichen, nur etwas später eintretenden und etwas schwächer bleibenden Reaktionen wie das frische Serum mit denselben Spezies; Vicia Faba blieb auch hier reaktionslos.

5. Immunserum von Ginkgo biloba. - a. Ginkgo biloba: 0,08 von 20', 0,02 von 40', 0,01 von 60', 0,005 von 150' ab gute, sich bei den stärkeren Lösungen dauernd bis zu sehr starkem Niederschlag vermehrende Fällung. - b Podocarpus Mannii. 0,08 bei 90', 0,02 bei 120' Fällung; stärkere Verdünnungen nur mit Trübungen - c Taxus baccata: 0,08 bei 90', 0,02 bei 150' Niederschlag, sonst reaktionslos. - d Cephalotaxus Fortunei: 0,08 bei 120', 0,02 bei 150' Niederschlag, sonst reaktionslos - e. Torreya nucifera: 0,08 bei 150' Niederschlag, sonst reaktionslos - f. Taxodium distichum, Abies pectinata, Pinus Cembra, Picea excelsa, Ephedra altissima: 0,03 bei 150' nur Trübungen, sonst reaktionslos. - g. Juniperus communis, Araucaria imbricata, Araucaria brasiliensis, Cycas revoluta, Encephalartos villosa: reaktionslos. - h. Selaginella caulescens, Lycopodium clavatum, Struthiopteris germanica, Marsilia Drummondii, Pilularia glabulifera, Isoetes lacustris, reaktionslos - i Magnolia purpurea, Vicia Faba, Helianthus annuus: reaktionslos

6. Immunserum von Cycas revoluta - Überaus starke Reaktion zu Cycas revoluta selbst, starke Trübungen mit Struthiopteris germanica, auf welche aber, besonders auch weil das Sporenmaterial nicht einwandfrei war, kein Gewicht gelegt wird, sonst Reaktionslosigkeit bzw. nur minimale Trübungen mit: Ginkgo biloba, Taxus baccata, Araucaria imbricata, Abies pectinata, Ephedra altissima, Magnolia purpurea, Vicia Faba, Lycopodium clavatum, Selaginella caulescens, Helianthus annuus

III INTERPRETATION DER SERO-DIAGNOSTISCHEN BEFUNDE

1. Die Abietineae

a. Die Stellung der Abietineae im System.

Von den Abietineae wurden drei Formen, nämlich Abies pectinata, Picea excelsa und Pinus silvestris als Ausgangspunkte der Immunisation und damit als Zentra der Untersuchung gewählt. Es zeigte sich, dass alle drei Gattungen nach dem physiologisch-chemischen Verhalten ihres Eiweiss sich so nahe stehen, dass kaum ein Ur-

terschied in der Reaktion vorhanden war, ob die Immunsera einer der Spezies mit den Auszügen derselben Art oder mit den Auszügen aus den Samen einer der beiden andern Gattungen zur Verwendung kamen. Dies deutet darauf hin, dass die Abietineae eine besonders fest geschlossene Gruppe darstellen, deren Formen sich phylogenetisch noch recht nahe stehen.

Immerhin ist, wenn auch nicht in der gegenseitigen Reaktion, so doch in den Fernreaktionen nach anderen Formenkreisen hin, zwischen Abies einerseits und Picea sowohl wie Pinus anderseits ein kleiner Unterschied zu beobachten gewesen.

Mit Abies allein gelang, um das Wichtigste zuerst zu erwähnen, die Fernreaktion nach Selaginella hin. Sie wurde mit NaOH-Extrakt von Sporen der Selaginella caulescens gewonnen, die mit Schmirgel-Pulver zerrieben waren, sodass der Inhalt dem Lösungsmittel zugänglich wurde. Diese Reaktion war zwar nur schwach, aber ganz unzweideutig. Etwas weniger deutlich, aber gleichfalls noch genügend beweisend war die Reaktion mit ebensolchem Extrakt von Selaginella Martensii.

Mit Sporenextrakt von Isoetes lacustris angestellte Versuche führten leider zu keinem Ergebnis, weil zu wenig Material verfügbar war und der Auszug kein mittels der ESBACH-Reaktion nachweisbares Eiweiss enthielt. Überhaupt zeigte sich bei allen mit Sporen gemachten Versuchen, selbst wenn man nur Extrakte mit fremdem Immunserum prüft, dass sehr grosse Mengen von Sporen gebraucht werden und dass die Extrakt-Ausbeute trotzdem sehr gering ist. Es wäre wohl möglich, dass das Schmirgel-Pulver, welches zur Zerreibung der Sporen-Membranen gebraucht wird, auf das Eiweiss adserbierend wirkt und die Aufnahme durch das Lösungsmittel verhindert resp. vermindert. Alle mit Sporen gemachten Untersuchungen gestalten sich besonders schwierig.

Die Reaktion von Abies nach Selaginella hin ist von sehr grosser Bedeutung. Sie zeigt, dass der Anschluss der Coniferen nicht an die Cycadaceae geht. Mit Cycas wurde keinerlei Reaktion, weder von der einen noch von der anderen Seite her, gewonnen, obgleich die Cycas-Samen keinerlei technische Untersuchungs-Schwierigkeiten bieten und reiche Eiweiss-Ausbeute liefern.

Nach diesem Ergebnis haben wir in den Abietineae die ursprünglichsten der heute lebenden Gymnospermen zu sehen. Ihr Anschluss an die Selaginellaceae selbst ist zwar unwahrscheinlich und noch von keinem Forscher behauptet worden. Schon die Struktur der Coniferen-Stämme mit ihren hofgetüpfelten Holzelementen und ihrem Dickenwachstum lässt sich mit den bei den Selaginellaceae vorliegenden Verhältnissen nicht vereinigen. Wohl aber haben wir in der Selaginellaceae als einer der beiden überlebenden Formen der Lycopodiales Ligulatae Verwandte der Lepidodendraceen vor uns; bezüglich deren bereits von SEWARD (12), von völlig anderen Gesichtspunkten ausgehend, wahrscheinlich gemacht wurde, dass sie in die Aszendenz der Coniferen gehören.

Allerdings sieht SEWARD diese Verwandtschaft zwischen den Lepidodendraceae und den Araucarieae, deren nahe Verwandtschaft mit den Pinaecae mir wegen der völlig mangelnden Serum-Reaktion zweifelhaft erscheint; dass aber die Araucarieae zu den Coniferen gehören, ist noch nie in Zweifel gezogen worden und für meine Anschauung ist allein von Bedeutung, dass von SEWARD der Anschluss einer unzweifelhaften Conifere an die Lycopodiales ligulatae, nicht an die Cycadales und demnach an den Filicineen-Stamm angenommen wird.

Wird nun die Abstammung der Coniferen, gleichviel welcher Gruppe derselben, von den Lycopodiales ligulatae angenommen, so ergibt sich die Homologie, dass die Tragschuppe der Abietineae dem Makrosporophyll, die Fruchtschuppe der Ligula homolog sein muss. Die morphologische Erklärung dieser Gebilde, wie sie von SACHS, EICHLER und MASTERS (13) vertreten wird, wäre demnach als zu Recht bestehend anzuerkennen (14). Auch SEWARD (15) hat bereits diese Folgerung gezogen und ich schliesse mich ihr vollständig an.

Damit ist zunächst der alte Streit über den morphologischen Charakter des weiblichen Coniferen-Strobilus, ob er eine Blüte oder eine Infloreszenz darstelle, zu Gunsten seiner Blütennatur entschieden.

Nachdem durch WORSDELL und ihm in allen Punkten folgend LOTSY (16) die bezüg-

lich des Coniferen-Strobilus bestehenden Meinungsverschiedenheiten durgestellt wurden, erübrigt es sich, hier ausführlicher zu werden. Auf CELAKOWSKY's (17) Konstruktionen, die nach der Aufdeckung der Serum-Reaktion zwischen den Lycopodiales ligulatae und den Abietineen noch phantastischer erscheinen als sie früher schon angesehen wurden, überhaupt einzugehen, ist völlig unnötig.

b. Zur Morphologie des Coniferen-Zapfens.

Nur soweit die hier in Diskussion stehende Frage nach dem Anschluss der Coniferen an die Lycopodiales ligulatae es notwendig macht, sei auf die Theorien über den weiblichen Coniferen-Zapfen eingegangen. Erinnert sei daran, dass die Meinugs-Verschiedenheiten zurückgehen auf die morphologische Schwierigkeit, Tragschuppe und Fruchtschuppe in ihrer z B. bei Abies vorliegenden Anordnung zu erklären.

Ferner aber wurde die Erklärung der Coniferen-Zapfen besonders dadurch erschwert, dass man seine Homologien bei den Cycadaceen suchte. In der Annahme, dass diese Ordung in die Aszendenz der Coniferen gehöre, sollten auch, wie dort zweifellos, bei den Coniferen die Ovula Rand-Abschnitte des Makrosporophylls sein; ein solches war aber bei keiner Conifere als Ovular-Träger in deutlich und unzweideutig erkennbarer Ausbildung vorhanden, und musste deshalb konstruiert werden. Dies war einer der wesentlichen Gründe dafür, dass STRASBURGER's (18) Theorie, welche in der Fruchtschuppe ein einfaches Caulom sah, von niemand sonst angenommen wurde.

Der Tragschuppe ihren Blatt-Charakter abzusprechen war unmöglich. Mussten nun, der von Cycas gewonnenen Regel zuliebe, die Ovula vom Rande eines Blattes ausgegliedert sein, so musste die Fruchtschuppe als Blattgebilde gedeutet werden. Dies widersprach der Grundregel, dass nur Axen in Blattwinkeln stehen. Demnach musste die Fruchtschuppe ihre Erklärung als von einem congenital abortierten Zweig stammendes einfaches (19) oder doppeltes (20) Blatt finden. Die letztere Erklärung, der sich im wesentlichen auch LOTSY (21) anschliesst, fand die weitest gehende Zustimmung; sie schien besonders durch eine nicht unbeträchtliche Zahl von teratologischen Befunden (22), welche Zweige in den Achseln von Tragschuppen zeigten, wohl begründet.

Mit Recht wiesen aber die Gegner dieser Ansicht (23) darauf hin, dass teratologische Vorkommnisse an sich wenig Beweiskraft hätten und dass gerade die Entstehung von Caulomen an den morphologisch unwahrscheinlichsten Stellen im ganzen höheren Pflanzenreich häufig beobachtet sei.

Zu welchen Konsequenzen die Deutung der Fruchtschuppe als von zwei Blättern eines congenital abortierten Achselsprosses zusammengesetzt führt, zeigt das System LOTSY's, welcher die Coniferen in "Florales" und "Inflorescentiales" einteilt und nur in vielen Einzelfällen zweifelhaft ist, welche Formen der einen, welche der anderen dieser seiner Meinung nach durch ein Merkmal von grosser prinzipieller Wichtigkeit unterschiedenen Gruppen zuzurechnen sind.

Die oben erwähnte, meiner Meinung nach richtige Ansicht, dass die Fruchtschuppe als Ligula der Tragschuppe anzusehen sei, wurde erst von SEWARD bewusst mit der Homologie der Blütenverhältnisse bei den Lycopodiales ligulatae begründet; insbesondere EICHLER ist unklar und von der Erklärung SCHLEIDEN's (24) beeinflusst, welcher in der Fruchtschuppe ein Plazentargebilde sieht. Damit wäre dies Organ den grossen morphologischen Kategorien entrückt und zu einem Auswuchs minderer Dignität, einer Emergenz, gestempelt. Ein solcher Auswuchs der Tragschuppe könnte sehr wohl von den Coniferen, sogar von einzelnen ihrer Tribus, erworben sein und würde keine vergleichenden Ausblicke weder nach der Aszendenz noch nach der Deszendenz der Coniferen nötig machen. Ob diese "Plazenta" den Plazenten der Angiospermen homolog sei, wird weder von SCHLEIDEN noch von EICHLER in Frage gezogen.

Aus dem von mir dargestellten Sachverhalt ergibt sich die Frage: Ist die Ligula der Lycopodilaes ligulatae historisch, entwickelungsgeschichtlich, zur Plazenta der Coniferen geworden und stammt von dieser Coniferen-Plazenta diejenige der Angiospermen ab?

Den ersten Teil dieser Frage muss ich bejahen, wenn ich die Serum-Reaktionen

auf phylogenetische Verwandtschaft begründet erachte; der zweite Teil stellt ein Problem auf, das in besonderen vergleichenden Untersuchungen seiner Lösung zugeführt werden muss. Ich mache aber darauf aufmerksam, dass bezüglich der Plazenten der Angiospermen ähnliche Meinungs-Verschiedenheiten herrschen, wie bezüglich der Fruchtschuppe der Abietineen. SCHLEIDEN (25) sieht sie als axile Gebilde an; die ganze neuere Morphologie als Anhangsgebilde der Carpiden, also von Phyllomen. Die letztere Meinung ergibt sich aus der Anschauung, dass die Ovula der Angiospermen auf diejenigen der Cycadaceen phylogenetisch zurückzuführen seinen, also, wie von mir oben erwähnt wurde, Blatt-Abschnitte darstellten. Wird nun aber gezeigt, dass nicht die Cycadaceen, sondern die Lycopodiales ligulatae die Vorfahren der Angiospermen sind, so entfällt die Voraussetzung für den phyllomatischen Charakter der Plazenten.

Die Deutung der Ovula als Rand-Abschnitte der Karpellblätter bot bei den Angiospermen in sehr vielen Einzelfällen (z.B. bei den Centrospermen) die allergrössten Schwierigkeiten. Könnte nachgewiesen werden, dass die Plazenta der Angiospermen als Träger der Ovula auf die Fruchtschuppe der Coniferen und damit auf die Ligula der Lycopodiales ligulatae entwickelungsgeschichtlich zurückgeht, so würden sich unsere Anschauungen über die Morphologie des Angiospermen-Ovars erheblich vereinfachen.

Unter allen Umständen hat die von mir durch die Serum-Reaktionen gestützte Ansicht. dass die Fruchtschuppe der Ligula der Lycopo diales ligulatae homog sei, den grossen Vorteil, dass die Zapfen der gesamten Coniferen einheitlich als Blüten aufgefasst werden können. Die Coniferen-Zapfen werden als Weiterentwickelung der Zapfen der Lepidodendraceen erklärt. Von diesen Coniferen-Zapfen werden, gleichfalls den Serum-Reaktionen entsprechend, die Blüten der Magnoliaceae abgeleitet und damit der Übergang zu den Angiospermen gemacht.

Eines der wichtigsten Ergebnisse meiner Arbeit ist, dass die Serum-Reaktionen von Picea, Abies und Pinus aus nach den Magnoliaceen hin gelungen sind. Damit ist die von LANGE (26) erhaltene Reaktion von Magnolia nach Pinus Cembra reciprok bestätigt und der Anschluss der Magnoliaceae und damit der Ranales an die Abietineae gesichert.

Auch dieser Anschluss ist ein klarer Beweis dafür, dass der Abietineen-Zapfen eine Blüte und kein Blütenstand ist. WETTSTEIN (27), der konsequenteste Vertreter der Erklärung der weiblichen Abietineen-Zapfen als Infloreszenz, sucht folgerichtig den Anschluss der Angiospermen an die Gymnospermen nicht bei den Ranales, sondern bei den Amentales. Es ist einleuchtend, dass man nur die Infloreszenz, nicht die Blüte von Casuarina, Betula etc. mit dem Coniferen-Zapfen vergleichen kann, wenn man in den Amentales die primärsten Angiospermen sehen will, und umgekehrt folgt dann aus dieser Voraussetzung notwendig, dass der Coniferen-Zapfen ein Blütenstand sein muss (28).

Um die Berechtigung dieser Anschauungen zu prüfen, haben meine Untersuchungen von den Abietineen aus auch den Amentales gegolten. Die Umstände des Krieges haben es mit sich gebracht, dass ich von Pinus und Picea als Immunisations-Zentren aus nur nach den Casuarinaceae (Casuarina torulosa), Fagaceae (Fagus silvatica), Juglandaceae (Carya alba) und Piperaceae (Piper nigrum) hin reagieren konnte.

Von diesen Familien sind besonders die Casuarinaceae von WETTSTEIN (29) den Gymnospermen angeschlossen worden; etwas ferner schon sollen die Fagales, Juglandales und Piperales stehen (30). In keinem Fall hat sich aber bei der Serum-Reaktion auch nur der geringste Anschluss gezeigt. Unter allen Umständen sind die Reaktionen mit den Casuarinaceae und Fagaceae beweisend; lägen die Abietineae in ihrer irgend näheren Aszendenz, wären also die Amentales den Coniferen anzuschliessen, so müsste zweifellos Reaktion eingetreten sein. Denn sie könnten, der Strobilus der Abietineen als Infloreszenz angesehen, nicht weiter von Pinus und Picea abstehen, als dies die Magnoliaceen morphologisch tun, wenn wir den Strobilus als Blüte betrachten. Die Magnoloaceae haben die Reaktion reciprok gegeben; damit ist auch die Natur des Abietineen-Strobilus als Blüte bewiesen, seine Deutung als Blütenstand widerlegt. - Im Übrigen ist, wie ich erwähnen möchte, die Stellung der

Amentales, sehr fern von den Gymnospermen, als reduzierte von den Centrospermen ausgehende Formen nach ihren positiven Serum-Reaktionen nicht zweifelhaft(31).

Gegen SEWARD's und meine Deutung der Fruchtschuppe der Abietineen als Ligula wird besonders von LOTSY (32) mehrfach eingewendet, dass den Trophophyllen der Coniferen die Ligula allgemein fehlt. Doch sind ausnahmsweise bei Taxodium (33) die Ligulae nicht auf die Ovula-tragenden Makrosporophylle beschränkt, sondern kommen im weiblichen Strobilus auch auf höher und niedriger gelegenen sterilen Makrosporophyllen vor. Ich könnte sagen, dass hier sterile Blätter vorhanden seien, welche die Ligula besitzen; doch will ich mich nicht auf dies Vorkommen berufen, da es sich bei Taxodium offenbar um Abort der normal von diesen Ligulae auszugliedernden Ovula handelt

Die bei den Lycopodiales ligulatae noch allen Blättern, sterilen wie fertilen, zukommende Ligula ist bei den Coniferen zu einem als Ovular-Träger fungierenden Spezial-Organ geworden und wird daher nur noch in Verbindung mit der Entstehung der Makrosporen ausgebildet, ist deshalb auf die Makrosporophylle beschränkt. Dass Spezial-Organe, die im Lauf der Phylogenie aus früher allgemein vorhanden gewesenen Organen entstanden sind, sich an speziellen, funktionsmässig bedingten Stellen erhalten, an allen andern aber verloren gehen können, ist eine in der Entwickelungs-Geschichte der Organismen weit verbreitete Erscheinung Die Frage LOTSY's, wo die Ligula der Trophophylle der Coniferen geblieben sei und die Folgerung aus dieser Frage, dass also die Fruchtschuppe keine Ligula sein könne, würde an Wert der Beweisführung gleich stehen, dass die Zähne des Menschen keine Epidermal-Gebilde sein könnten, weil die übrige Epidermis nicht mehr (wie dies bei den Selachiern noch der Fall ist) mit Zähnen bedeckt ist

Auf die aus der Versorgung der Ligula und des Makrosporophylls mit Gefässbündeln abstrahierten Einwände besonders VAN TIEGHEM's (34) gegen die Ligular-Natur der Abietineen-Fruchtschuppe sei nur ganz kurz eingegangen Bei den Cupressineae (35) zwar erhält die von mir als Ligula angesehene Verdickung des Makrosporophylls ihr Gefässbündel erst zur Zeit der Reife des ganzen Zapfens und diese Aufeinanderfolge der Innervation zuerst des Haupt-, dann des Anhangs-Organs entspricht dem bei den höheren Pflanzen gewöhnlichen Verhalten Die dort auftretenden Ligulae sind von der Innervatiion der sie ausgliedernden Blattorgane gleichfalls abhängig, wenn sie nicht überhaupt (z.B. Ligula der Gramineen) jeder Innervation entbehren. Aber bei den Abietineen erhält sowohl die Tragschuppe wie die Fruchtschuppe ihr eigenes Gefässbündel aus der Axe und beide Schuppen erscheinen inbezug auf ihre Versorgung mit Nahrungsstoffen völlig selbständig.

EICHLER (36) bereits hat sich gegen diese Beweisführung gegen die Ligular-Natur der Fruchtschuppe ausgesprochen; auch mir scheint, dass auf solche Unterschiede zu grosse Bedeutung gelegt wird. Ob ein Anhangs-Organ überhaupt mit einem besondern Gefässstrang versehen wird, resp. ob bei der phylogenetischen Umwandlung eines Organs ein vorhandener Gefässstrang erhalten wird, hängt allein von der durch die Funktion bedingten Masse ab. Die Ligula weder der Gramineen noch der Selaginellen hat ein Gefässbündel; ein solches wäre in beiden Fällen physiologisch unnötig. Erhält das Anhangs-Organ dann aber im Lauf der phylogenetischen Umbildung eine Bedeutung (in unserm Fall als Träger der Ovula und damit später als Versorger der Embryonen), die seine Vergrösserung erfordert, so braucht es die notwendig werdende Innervation nicht nach dem morphologischen Ursprungs-Organ hin zu suchen, sondern kann sehr wohl eine völlig neue und einen speziellen, direkten Anschluss an die Leitungsbahnen der Axe schaffende Innervation erhalten. Bei jeder zur Vereinigung des Pfropfreises mit der Unterlage führenden Regeneration werden in dem erst undifferenzierten Verwachsungs-Gewebe die Leitungsbahnen dem direkten physiologischen Bedürfnis und nicht irgend einer Phylogenie oder morphologischen Dignität entsprechend ausgebildet. Auch sei bemerkt, dass ARCHANGELI (37) gerade aus der Innervation von Trag- und Fruchtschuppe von Pinus, Cupressus, Cryptomeria und Sequoia den Schluss gezogen hat, dass diese Gebilde als einheitliches Organ anzusehen seien. Er widerspricht also VAN TIEGHEM direkt und zeigt dadurch, dass die Innervation von Trag- und Fruchtschuppe keine genügende Aufklä-

rung über ihren relativen morphologischen Wert zu liefern imstande ist.

c. Das phylogenetische Alter der Abietineae.

Aus dem Anschluss der Abietineae an die Lycopodiales ligulatae folgt, dass gerade diese Gruppe der Coniferen die ältesten lebenden Nadelhölzer sind. Es muss demnach ein sehr hohes geologisches Alter der Abietineen angenommen werden, ein Alter, das jedenfalls demjenigen der Araucarieae gleich, wahrscheinlich aber überlegen ist.

Die diesbezüglichen Daten sind von LOTSY (38) zusammen gestellt. Aus ihnen geht hervor, dass weder die palaeozoischen Hölzer von Araucaria-Charakter noch die aus der Trias und den rhaetischen Schichten stammenden zu Araucaria resp. den Araucarieae gezogenen Fossilien sicher bestimmt sind.

"Erst im unteren Oolith werden Kegel mit einsamigen Schuppen angetroffen, welche nach SEWARD ohne weiteres zu Araucaria gebracht werden können, z.B. Araucarites sphaerocarpus, ooliticus, Brodiei". - "Aus der Kreide sind nach SEWARD ebenfalls sichere Araucaria-Reste bekannt, ebenso aus der Trias; da damals aber die verschiedenen Gruppen der Coniferales schon existierten, hilft dies zur Bestimmung des relativen Alters der Araucarien nichts und wir können daraus nicht entnehmen, ob diese oder die Abietineen älter sind. So ist z.B. der von NATHORST aus dem oberen Jura von Spitzbergen beschriebene Pinites nach ZEILLER zweifellos eine Abietinee". LOTSY (38) kommt zum Schluss, dass es zur Zeit nicht möglich ist, festzustellen, ob die Araucarieae oder die Abietineae geologisch älter sind.

JEFFREY (39) sieht die Abietineae als die älteste noch lebende Gruppe der Coniferen an. Dies ist auch der Standpunkt, den ich nach den Serum-Reaktionen einnehmen muss.

Ohne die Bedeutung des folgenden Beweis-Materials, das aus der Entwickelungsgeschichte der Haploid-Phasen genommen wurde, zu überschätzen, führe ich folgendes als Stütze für die Annahme der phylogenetischen Ursprünglichkeit der Abietineae auf:

In der weiblichen Haploid-Phase findet sich nur bei den Abietineae, bei keiner anderen Gymnosperme, die Bildung der Bauchkanal-Zellen; sonst werden überall diese Zellen nur durch ihre Kerne repraese ntiert (40). Bei den Abietineae ist in der männlichen Haploid-Phase ausser der Prothallial-Zelle überall noch die Rhizoid-Zelle (die allerdings auch bei den Araucarieae und Podocarpeae sowie bei Ginkgo vorhanden ist) ausgebildet und stellt ein Merkmal dar, welches für den direkten Anschluss an heterospore Kryptogame, also auch an die Lycopodiales ligulatae, gefordert werden muss (41). Auch LOTSY (42) sieht in dem Vorhandensein der sterilen Prothallialzellen bei der männlichen Haploid-Phase der Abietineae und Podocarpeae ein primitives Merkmal, von dem sich die einfacheren Verhältnisse der Taxaceae und Cupressineae durch Reduktion ableiten.

Dass, wie LOTSY (43) will, die Luftsäcke des Pollens innerhalb der Podocarpeae erworben seien (und deshalb diese gegenüber den Abietineae ursprünglicher gebaut sein sollen), ist nicht erwiesen; der umgekehrte Weg der Entwicekelung ist genau ebenso möglich.

Ohne die von SEWARD und mir vorgenommene Parallelisierung der Tragschuppe mit dem Makrosporophyll, der Fruchtschuppe mit der Ligula der Lycolopdiales ligulatae vorzunehmen, ist auch DELPINO (44) allein aus der Betrachtung der bestehenden morphologischen Verhältnisse der Abietineae, Taxodineae und Cupressineae zu dem Ergebnis gekommen, dass die Abietineen mit ihrer stark ausgebildeten, im Typus freien Fruchtschuppe die genetische Grundlage der beiden anderen Gruppen mit vereinigten Trag- und Fruchtschuppen seien. Die weitere Folgerung, dass auch die Taxaceae und die Podocarpeae von den Taxodieae und damit indirekt von den Abietineae abzuleiten seien, hat er allerdings nicht gezogen.

d. Gliederung der Abietineae.

Nach den Serum-Reaktionen stehen sich die drei Abietineen-Gattungen Abies, Picea und Pinus so nahe, dass, wie oben bereits bemerkt, nach den innerhalb dieses Formenkreises gemachten Reaktionen, irgend welcher Unterschied zwischen ihnen nicht gemacht werden kann. Obgleich, wie die Morphologie zeigt, eine lange Entwickelung zur Reduktion der Fruchtschuppe im Picea-Zapfen von Abies aus notwendig war, und obgleich weiter von Picea aus zur Ausbildung der Lang- und Kurztriebe und zur Spezialisierung der letzteren bis auf die Nadelbüschel von Pinus gleichfalls ein langer Weg gewesen sein muss, hat sich das Eiweiss bezüglich seiner physiologisch-chemischen Reaktionen nur sehr wenig geändert. Ohne diesen hier festgestellten Konservatismus wären so weitgehende Verwandtschafts-Reaktionen, wie von den Abietineen zu den Selaginellaceen und zu den Magnoliaceen undenkbar.

Ein Unterschied in den Reaktionen von Pinus, Picea und Abies aus ist nur, worauf später nochmals einzugehen sein wird, im Verhalten zu Taxodium hervorgetreten, insofern, als Taxodium der Gattung Abies nach der Intensität der Reaktion näher zu stehen scheint, als den Gattungen Picea und Pinus Demnach müssen, was ich leider nicht näher verfolgen konnte, serodiagnostisch auch Unterschiede zwischen Abies, Picea und Pinus möglich sein und es muss mit Hilfe der Eiweiss-Reaktionen die Phylogenie auch dieser Gattungen sich ermitteln lassen

Die Gattungen Tsuga, Pseudolarix, Pseudotsuga, Cedrus und Larix zeigen gleichmässig ungefähr gleichweiten Abstand von Picea und Pinus; durch ihr Verhalten zeigen sie, dass die Serum-Reaktionen die gesamten Abietineae als geschlossene Gruppe darstellen Wenn speziell für Larix und Pseudotsuga von Abies und Picea aus ein etwas grösserer Abstand zu bestehen scheint als in ihrer Reaktion mit Pinus, so möchte ich zunächst auf solche kleinen Reaktions-Differenzen nicht allzu viel geben Wir haben die für die vergleichende Abmessung der Reaktionen als notwendige Voraussetzung erforderliche gleiche Dosierung des Eiweiss-Gehaltes der verschiedenen Extrakte noch nicht genügend in der Hand Die Sero-Diagnostik gibt zunächst noch hauptsächlich qualitative Ergebnisse; an der Ausbildung der Methoden zu quantitativer Brauchbarkeit ist noch viel zu arbeiten.

2. Die Taxaceae.

a. Die Stellung der Taxaceae.

Als Ausgang der Serum-Untersuchung diente Taxus baccata Mit dieser Gattung zeigten nahe Serum-Reaktionen die Gattungen Cephalotaxus und Taxodium; etwas ferner, aber immer noch stark, reagierten Podocarpus und Abies, auch Torreya, Picea, Pinus und Biota gaben noch sehr deutliche Reaktionen. Cedrus, Juniperus und Ephedra wurden als weiter abstehende Formen durch schwache Reaktionen erreicht; die fernste unzweideutige Reaktion ergab Ginkgo.

Damit ist die Eiweiss-Verwandtschaft der Taxaceae wie folgt festgestellt: Sie schliessen sich über Taxodium an die Abietineen an, enthalten die Podocarpeae und Torreya und enden mit den Ginkgoaceae. Der Anschluss der Cupressineae (Biota, Juniperus) und der Gnetaceae (Ephedra) ist, wie unten zu zeigen sein wird, kein direkter, sondern die Verbindung mit diesen Formen geht über die Taxodieae, bei denen die Cupressineae von der Verbindugslinie Abies → (Taxodium) → Cepalotaxus abzweigen.

Mit diesen Ergebnissen wird zunächst die Einbeziehung der Podocarpeae in die Taxaceae (45) gerechtfertigt Ferner aber wird, da nach Araucaria hin keinerlei Anschluss gewonnen werden konnte, die Frage nach der Verwandtschaft der Araucarieae und der Podocarpeae durch diese Reaktionen von einer neuen Seite her beleuchtet.

Zunächst muss hier, wo rauf später noch einzugehen sein wird, festgestellt werden, dass von keiner Conifere aus aber auch nicht von Cycas oder Ginkgo her, durch Eiweiss-Reaktion Anschluss an die Araucarieae gewonnen werden konnte Diese

Gruppe steht offenbar gänzlich isoliert. LOTSY (46) hält zwar Saxegothaea für eine zweifellose Zwischenform zwischen den Araucarieae und den Podocarpeae, wobei ihm in erster Linie die an die Araucarieae erinnernde Tüpfelung der Tracheiden, in zweiter der Mangel von Flugsäcken am Pollen von Saxegothaea (alle andern Podocarpeae haben Flugsäcke) von Wichtigkeit ist.

Es ist meiner Überzeugung nach in Anbetracht der grossen Verwandtschaftskreise, die sonst bei den Coniferen durch die Serum-Reaktionen erfasst werden, unwahrscheinlich, dass Araucaria, wenn diese Verwandtschaft irgendwie als näher inbetracht käme, mit Taxus oder mit Ginkgo keinerlei Reaktion gegeben hätte. Wenn ich Saxegothaea auch nicht prüfen konnte, so kann doch im Anschluss an PILGER (47) mit Sicherheit gesagt werden, dass sie zu den Podocrpeae gehört und, bei der nahen Reaktion von Podocarpus mit Taxus, eine Reaktion der Araucarieae gleichfalls zu erwarten gewesen wäre, wenn Saxegothaea den ihr von LOTSY angewiesenen Platz im System wirklich einnehmen würde.

Die Serum-Reaktionen von Taxus weisen als Ursprung der Taxaceae auf die Abietineae unter Vermittelung von Taxodium. Oben wurde bereits gezeigt, dass die Abietineae unter sich sehr fest geschlossen sind und dass ihnen Taxodium sehr nahe steht. Von Taxus aus erschien Taxodium besonders stark zu reagieren, jedenfalls sehr viel stärker als die Abietineen; es ist nun zu erörtern, ob auch nach anderen Merkmalen Taxodium resp. die Taxodieae zwischen den Abietineae und den Taxaceae stehen.

b. Das Verhältnis von Taxodium zu den Taxaceae und Abietineae.

Zunächst weise ich darauf hin, dass auch nach WETTSTEIN's (48) Ansicht die Taxodieae das Bindeglied zwischen den Abietineae und den Taxaceae darstellen.

Mit den Abietineae sind sie durch die zwar nur andeutugsweise, aber doch unzweifelhaft in Deck- und Fruchtschuppe gegliederten Fruchtblätter verbunden. Die Zahl der Chromosome ist die gleiche (12), wie bei Larix oder Pinus; in der männlichen Haploid-Phase scheint sich die generative Zelle quer in Stielzelle und Körperzelle zu teilen, wie dies bei den Abietineae der Fall ist (49); bei Abietineae und Taxaceae sind nur wenige Archegone vorhanden und diese zugleich nicht in Gruppen vereinigt(50). - Die der Gattung Taxodium ohne Zweifel sehr nahe stehende Gattung Sciadopithys bildet nach LOTSY's (51) Meinung, der ich beistimme, direkt den Übergang zu den Abietineae. Ihre Archegone stehen zwar nur gelegentlich getrennt, sind meist in einen Komplex vereinigt, aber die Trennung tritt auf und die Kurztriebe erinnern stark an die bei Pinus vorhandenen Verhältnisse.

Dagegen weicht die Bildung der männlichen Haploid-Phase der Taxodieae stark von derjenigen der Abietineae ab durch das Fehlen jeden Prothallium-Restes. In dieser Phase sind Taxodium und Taxus völlig übereinstimmend; auch entwickelt Taxodium um die Körperzelle eine deutliche Hautschicht und gleicht in der Form derjenigen von Taxus (und derjenigen der Cupressineae, 52).

Die Ansicht, welche sich aus den Serum-Reaktionen ergeben hat, dass Taxodium die Verbindung der Taxaceae und der Abietineae darstelle, wird demnach durch wichtige morphologische Merkmale gestützt.

c. Die Gliederung der Taxaceae.

Was die gegenseitigen Eiweiss-Verwandtschaften der Taxaceae unter sich betrifft, bin ich, da in dieser Reihe zwei Endpunkte (Ginkgo und die Abietineae) sowie ein Zentralpunkt (Taxus) zur Immunisation benützt wurden, in der Lage, mich genauer zu äussern, als über alle anderen Reihen der Coniferen.

Von Taxus aus wird zunächst Cephalotaxus mit stärkster Reaktion erreicht. Durch PILGER (53) sind die bezüglich der Verwandtschaft von Taxus und Cephalotaxus bestehenden Ansichten ausführlich dargelegt worden; in dies umstrittene Kapitel bringen meine Untersuchungen von ganz anderer Seite ausgehend einiges Licht.

Zunächst ist auch hier die CELAKOWSKY'sche Theorie des Blütenbaus von Cephalo-

taxus, Taxus und Torreya abzulehnen; eine morphologische Ableitung der Taxus-Blüte von derjenigen von Cephalotaxus, wie sie dem durch die Serum-Reaktionen gezeigten Weg entsprechen würde, ist nach dieser Theorie vollkommen unmöglich.

Aber auch die SCHUMANN'schen Anschauungen, die auf völliger Verkennung des bei Cephalotaxus zwischen den Ovula sich befindlichen kleinen Gewebehöckers (den SCHUMANN für ein axiles Gebild anspricht), sowie auf der Neubildung von bei keiner Verwandten auftretenden und in der ganzen Morphologie ohne Analogie dastehenden Blattgebilden unter dem als Einzelblüte angesehenen "endständigen" Ovulum von Taxus resp. Torreya beruhen, können nicht befriedigen.

Wird, den Serum-Reaktionen folgend, eine Abstammung der Taxaceae von den Abietineae über Taxodium resp die Taxodieae angenommen, so erscheint die folgende Erklärung der weiblichen Strobili gegeben:

Wie oben dargestellt, muss der weibliche Zapfen der Abietineae als Blüte angesehen werden. Die Tragschuppe habe ich als Makrosporophyll, die Fruchtschuppe, SEWARD folgend, als Ligula dieses Makrosporophylls erklärt. Diese Ligula ist bei den primärsten Formen der Entwickelungs-Reihe, den Abietineae, am stärksten ausgebildet; sie wird im Lauf der Entwickelung mehr und mehr reduziert.

Die Reduktion beginnt bereits bei den Taxodieae, wo Makrosporophyll und Ligula kaum mehr als spezielle Organe ausgebildet sind, sondern die Ligula nur noch als Auflage und als gegen die Spitze der Schuppe hin deutlich sichtbarer, bei Cryptomeria gezackter Saum erhalten ist Diese Reduktion geht nun bei den Taxaceae weiter.

Bei Cephalotaxus, welcher sich nach den Serum-Reaktionen wie nach diesen Erwägungen an die Taxodieae anschliesst, ist die weibliche Blüte noch, ebenso wie bei den Abietineae und Taxodieae, ein aus mehreren Makrosporophyllen zusammengesetzter Zapfen, bestehend aus einer Anzahl ebenso wie dort spiralig gestellter Makrosporophylle Jedes Makrosporophyll trägt dort, wie bekannt, zwei Ovula und zwischen diesen einen sich erst nach der Anlage der Ovula ausbildenden Gewebehöcker, der von SCHUMANN und den übrigen Autoren, die in der weiblichen Cephalotaxus-Blüte eine Infloreszenz zu sehen wünschen, als axiles Organ aus der Achsel des Makrosporophylls gedeutet wird.

Diese Deutung würde jede Ableitung der Gattung Cephalotaxus direkt von den Taxodieae, indirekt von den Abietineae unmöglich machen; ich kann mich ihr, da die Serum-Reaktionen auf eine solche Ableitung hinweisen, nicht anschliessen.

Ich sehe in dem Gewebehöcker zwischen den Ovula von Cephalotaxus den Rest der schon bei den Taxodieae geminderten Ligula. Die Ligula als bei den Abietineae zum Träger der Ovula gewordenes Organ bildet zunächst die Ovula selbst, dann erst den sichtbar bleibenden Teil oder besser Rest ihres Körpers aus.

Diese Meinung ist den bisherigen Anschauungen über die Blüte von Cephalotaxus nicht fremd; denn die Autoren, welche in ihr eine Infloreszenz sehen, betrachten den Gewebehöcker als die Makrosporen tragendes Caulom resp. als von diesem Caulom ressortierende Reste zweier Makrosporophylle Unter allen Umständen nehmen also auch sie die proleptische Bildung der Ovula, vor die Ausbildung ihres Tragorgans hinaus gefördert, an.

Es ist bekannt, dass solche Verhältnisse in der Entwickelungsgeschichte der Blüten häufig vorkommen und z.B zur Erklärung der scheinbar terminalen Stamina oder der entwickelungsgeschichtlichen Proplepsis der Blütenteile bei den Stellatae, Compositae etc., bei denen der Kelch nach der Corolle angelegt wird, unwidersprochen herangezogen werden.

Die weibliche Blüte von Cephalotaxus besteht demnach, wenn meine Erklärung zutrifft, aus eine Anzahl spiralig gestellter Makrosporophylle, von denen jedes an einer rudimentär bleibenden Ligula zwei Ovula trägt.

An Cephalotaxus schliesst sich Taxus serologisch an. Bei der weiblichen Taxus-Blüte die Erklärung der morphologischen Verhältnisse von unten zu beginnen, und nach oben fortzuschreiten, wie dies SCHUMANN tut, möchte ich nicht unternehmen. Ich gehe von der Tatsache aus, dass jedenfalls die Ovula von Taxus und Cephalotaxus homologe Gebilde sind. Es ist also das "terminale" Ovulum von Taxus den late-

ralen Ovulis von Cephalotaxus homolog. Es muss also unter Verkümmerung der bei Cephalotaxus noch stark entwickelten Axe der weiblichen Blüte bei Taxus ein Organ scheinbar endständig geworden sein, das bei Cephalotaxus noch lateral war.

Oben wurde auf die "terminalen Stamina", die sich bei höheren Pflanzen da und dort finden, hingewiesen; die Vorstellung, dass ein Lateral-Organ congenital sich terminal ausbilden kann, ist allgemein angenommen. Bezüglich der hier infrage stehenden Objekte ist auch LOTSY (54) der Ansicht, dass das Ovulum von Taxus von einem bei der Bildung aufgebrauchten Makrosporophyll, also einem Lateral-Organ, ausgegliedert werde.

Nun ist dies Makrosporophyll, welches als Träger des "terminalen" Ovulums gefordert werden muss, zu suchen. Nirgends bei allen Coniferen ist ein ähnliches vorhanden und dies war der Grund, weswegen STRASBURGER und andere in dem Ovulum der Taxaceae ein Caulom sahen.

Dieser Meinung kann ich nicht folgen; das Ovulum von Taxus wie von allen Coniferen ist ein Makrosporangium, das aus einem Makrosporophyll entstehen muss, sogut wie dies bei Selag inella oder bei irgend einer Angiospermen der Fall ist.

Unter dem Ovulum von Taxus stehen normal 3 Paar decussierter Schuppen, die SCHUMANN als accessorische Organe betrachtet Von diesen Schuppen ist nach meiner Meinung eine das Makrosporophyll, welches zu dem Ovulum gehört und eben nur ein einziges Ovulum ausgebildet hat, während bei Cephalotaxus zwei vorhanden sind. Dass die zweite direkt unter dem Ovulum stehende und dem Makrosporophyll gegenständige Schuppe die zugehörige Ligula sei, glaube ich nicht, weil schon bei Taxodium und mehr noch bei Cephalotaxus die Ligula mehr und mehr reduziert wird und bei allen Coniferen, soweit ihre Makrosporophylle eine erkennbare Ligula aufweisen, ein wesentlicher morphologischer Unterschied zwischen dem Makrosporophyll und seinem Anhangs-Organ (der Ligula) besteht. Die beiden unter dem Ovulum vom Taxus stehenden Schuppen sind aber von völlig gleicher Grösse und Ausbildung.

Es ist daher besser, anzunehmen, dass die in der Entwickelungsreihe schon schwindende Ligula bei Taxus völlig abortiert sei. Dann muss das dem fertilen Makrosporophyll gegenüber stehende Blattorgan ein weiteres, aber steril gebliebenes Makrosporophyll mit gleichfalls abortierter Ligula sein, wie es auch bei Dacrydium (55) vorkommt, und das Gleiche gilt von den darunter stehenden 2 Paar von Schuppenblättchen. Die Analogie der weiblichen Blüte von Juniperus im Vergleich mit den übrigen Cupressineae (56) und von Microcachrys (57) im Vergleich mit den übrigen Podocarpeae ist nicht zu verkennen.

Mit dieser Konstruktion ist die nötige Übereinstimmung von Taxus mit Cephalotaxus erzielt Diese Anschauung vom Bau der weiblichen Taxus-Blüte hat auch den grossen Vorteil, dass Übereinstimmung zwischen dem Bau der männlichen und der weiblichen Blüten erzielt wird Denn das war ohne Zweifel der grösste Mangel der bisher versuchten Erklärungen, dass sie für die weiblichen Blüten völlig andere Verhältnisse voraussetzten als für die männlichen. Die Mikrosporangien sitzen an deutlichen, gross ausgebildeten Mikrosporophyllen; die Makrosporangien sollten axile Organe sein. Man braucht nur diese Ansichten nebeneinander zu stellen, um zu sehen, dass sie der Wirklichkeit nicht entsprechen können.

Wird dagegen in der Erklärung der Taxus-Blüte von Abies → (Taxodium) → Cephalotaxus ausgegangen, so liegen in den weiblichen wie den männlichen Zapfen Blüten vor, die jeweils aus mehreren Sporophyllen gebildet sind. Von diesen Sporophyllen ist im weiblichen Geschlecht nur ein einziges, nämlich das oberste, fertil, während die übrigen steril bleiben. Im männlichen Geschlecht dagegen sind mehrere nach oben liegende fertil. Um jeden Zweifel an der Richtigkeit dieser Deutung auszuschliessen, mache ich darauf aufmerksam, dass auch in den männlichen Blüten unterhalb der fertilen Mikrosporophylle sich sterile befinden, die, im Gegensatz zu den fertilen, als "sterile Schuppen" (58) bezeichnet werden.

Als Schwierigekiten bleiben bei der hier gegebenen Erklärung der Blüten von Taxus noch bestehen, dass männliche und weibliche Blüten verschiedenen Axen angehören, nämlich die männlichen der n + 1-ten, die weiblichen der n + 2-ten, sowie dass die Makrosporophylle gegenständig, die Mikrosporophylle dagegen wechselständig

sind Von diesen Einwänden hat nur der letztere Gewicht, denn die Verteilung von eingeschlechtigen Blüten auf Axen verschiedener Dignität sind wir im Pflanzenreich sehr vielfach (z.B. die Caricoideae) zu sehen gewöhnt.

Für die infolge von Stauchung eintretende Verwandlung spiraliger Anordnung in quirlständige bietet die weibliche Infloreszenz der Fagaceae (Fagus, Castanea) im Gegensatz zu der lockeren, spiraligen Anordung der Blüten an den männlichen Infloreszenzen genügende Analoga. Auch ist die Schwierigkeit, wenn man ihre Auflösung durch den Hinweis auf diese Beispiele nicht annehmbar finden sollte, nicht entfernt so gross, wie die oben dargestellten Unmöglichkeiten der bisherigen Auffassung.

Die grosse Übereinstimmung der Blüten von Torreya mit denen von Taxus ist bekannt. Bei Torreya fehlt den weiblichen Blüten ein Paar steriler Makrosporophylle und die Axe 2-ter Ordnung trägt 2 weibliche Blüten als Sprosse n+1-ter Ordnung. Doch ist bekannt, dass bei Taxus unter den decussierten Schuppen der Axe n+1-ter Ordnung regelmässig ein Vegetationspunkt vorhanden ist, der gelegentlich (59) zur Blüte auswächst Im Falle dieses Vorkommens sind die sterilen Makrosporophylle auch dieser Blüte quirlig gestellt; es kann keinem Zweifel unterliegen, dass auch diese accessorische Blüte (im Gegensatz zu der Darstellung bei LOTSY, 60) einer Axe n+1-ter Ordnung angehört und nicht die Axe n-ter Ordnung beschliesst Dies lehren die bei Torreya vorliegenden Verhältnisse ganz unzweideutig.

d. Die Stellung der Podocarpeae.

Durch Serum-Reaktionen von Podocarpus als Immunisations-Zentrum ausgehend konnte leider der Anschluss der Podocarpeae nicht untersucht werden; dazu fehlte genügendes Frucht-Material. Wohl aber wurde Podocarpus sinensis resp P. Mannii durch Reaktionen von den Abietineen sowie von Taxus und Ginkgo aus erreicht

Die Eiweiss-Extrakte mussten bei den Samen von Podocarpus mittels NaOH gewonnen werden, da die Auszüge mit physiologischer Kochsalzlösung zu schwach waren. Wie ich oben dargelegt habe, ist nach den Versuchen von PREUSS und mir der Vergleich der NaOH- und der NaCl-Lösungen statthaft. Da übrigens alle Reaktionen mit Podocarpus mit den gleichen NaOH-Extrakten gemacht wurden, ist dies ein weiterer Grund dafür, dass sie in ihren relativen Ergebnissen unter sich vergleichbar sind. Dagegen ist es möglich, dass, in anbetracht dessen, dass NaOH wesentlich mehr Eiweiss löst als NaCl, im Vergleich mit den NaCl-Lösungen der übrigen Coniferen-Reaktionen etwas zu nahe Beziehungen der Podocarpeae zu den andern Coniferen herauskommen. Aber, ob weiter oder näher stehend, daran, dass die Podocarpeae dem Taxaceen-Ast der Coniferen angehören, kann die Differenz in der Untersuchungs-Methode keinen Zweifel begründen. Nur das könnte bei einer späteren Ergänzung meiner Untersuchungen sich sehr wohl zeigen, dass die Podocarpeae vielleicht nicht, wie meine Serum-Reaktionen es erscheinen lassen, auf der direkten Verbindung zwischen Taxus und Ginkgo liegen, sondern einem in der Nähe von Taxus entspringenden Seitenzweig der Taxaceen angehören.

Die männliche Blüte der Podocarpeae sagt über die Stellung dieser Gruppe zu Taxus nichts beweisendes aus. Die weiblichen Blüten dagegen erinnern in ihrem Bau teils an Cephalotaxus teils an Taxus.

Bei Microcachrys, Saxegothaea und Podocarpus § Stachycarpus sind mehrkarpellige weibliche Blüten vorhanden, deren Makrosporophylle teils spiralig (Saxegothaea, Podocarpus §Stachycarpus), teils quirlig (Microcachrys) stehen. Diese mehrkarpelligen Blüten entsprechen also denen von Cephalotaxus. Bei den übrigen Podocarpus-Arten ist nur ein einziges fertiles Makrosporophyll (Carpell) vorhanden, dem manchmal, wie dies nach meiner Erklärung der weiblichen Taxus-Blüte der Fall ist (siehe auch die von PILGER (61) für Dacrydium cupressinum und D. Fonkii beschriebenen Verhältnisse) noch 1 bis mehrere sterile hinzutreten.

Alle Makrosporophylle der Podocarpeae haben das von PILGER (62) mit dem Namen "Epimatium" belegte Organ, einen "Mantel", der Makrosporangium und Basis der Frucht umgibt und (z.B. Dacrydium araucarioides) in manchen Fällen das Makrosp orangium

in derselben typischen Weise trägt, wie dies bei der Fruchtschuppe der Abietineae der Fall ist. Dies Epimatium, über dessen morphologische Dignität PILGER sich nicht ausspricht, kann nichts anderes sein, als die Ligula des Makrosporophylls Demnach schreibe ich den Carpiden der Podocarpeae eine Ligula zu.

In der Taxaceen-Reihe zeigt, wie dargestellt wurde, Cephalotaxus noch die Ligula; in der Nähe dieser Gattung muss sich demnach der Zweig der Podocarpeae an die Taxaceae anschliessen. Dann ist in seiner weiteren Ausbildung eine mit Taxus und Torreya parallel laufende Entwickelung anzunehmen Wie bei diesen Gattungen werden die bei Cephalotaxus noch 2-ovulaten Carpiden 1-ovulat bei den Podocarpeae. Aus dieser Übereinstimmung eine nähere Verbindung der Podocarpeae mit Taxus oder Torreya zu konstruieren, wäre nicht angängig Denn der Besitz der Ligula ist ein phylogenetisch viel wichtigeres Merkmal als die Zahl der Ovula am Makrosporophyll Dies geht aus der im folgenden aufzuzeigenden nahen Verwandtschaft der multiovulaten Cupressineen mit den pleiovulaten Taxodieae und der oben bereits behandelten Verbindung der pleiovulaten Taxodieae mit den streng biovulaten Abietineae hervor.

e. Die Stellung von Ginkgo.

Über Ginkgo haben meine Untersuchungen ergeben, dass Eiweiss-Verwandtschaft mit Podocarpus, entferntere mit Taxus, noch entferntere mit Cephalotaxus besteht, auch Torreya wurde von Ginkgo aus noch mit Sicherheit erreicht, dagegen ist der Anschluss von Taxodium, Abies und Picea zweifelhaft. Sicher ist, dass Reaktionen nach den Cycadaceen und den Selaginellaceae hin nicht vorhanden waren Untersuchungen, die Marsilia, Pilularia und Isoetes erreichen sollten, waren gleichfalls negativ; doch wurde oben bereits betont, dass alle Sporen nur sehr wenig Eiweiss an die Lösungsmittel abgaben. Da sowohl die Podocarpeae wie die Taxaceae unzweideutige Reaktion mit den Abietineae geben, ist die Stellung der Ginkgoaceae als Glied einer phylogenetischen Reihe, die in der Nähe der Abietineae vom Coniferales-Stamm abzweigt, das Ergebnis der Eiweiss-Untersuchung.

Es ist bekannt, dass es die Untersuchungen HIRASE's (63) waren, welche die früher allgemein angenommene systematische Verbindung von Ginkgo mit den Taxaceae zu lösen versuchten. Nach HIRASE sollen die Spermatozoen von Ginkgo mit Cilien versehen sein. Für die Cycadaceae war dasselbe Verhalten von IKENO (64) bereits früher festgestellt worden und hier wurde es später noch mehrfach bestätigt. Demnach bringt LOTSY (65) die Ginkgoales zu seiner Reihe der Polyciliatae, die in die beiden Familien der Cycadaceae und Ginkgoaceae ausläuft, sonst aber im Wesentlichen Kryptogame als Inhalt hat. Auch die anderen modernen Systeme, wie ENGLER (66) und WETTSTEIN (67) trennen auf diese Angaben HIRASE's hin die Gattung Ginkgo von den Coniferen und machen aus ihr eine besondere Klasse der Ginkgoales

Diese Anschauungen sind mit den gewonnenen Serum-Reaktionen nicht vereinbar. Besteht tatsächlich die Bewimperung der Spermatozoen von Ginkgo, so kann diese Form nicht von den Taxaceae abstammen. Der Besitz von selbstbeweglichen männlichen Fortpflanzungszellen ist ein derart ancestraler Charakter, dass es ausgeschlossen erscheint, dass er als Neu-Anpassung oder als Rückschlag von einer Form aus wieder gewonnen sein könnte, die in Anpassung an das Luftleben bewegungslose Spermatozoen erhalten hatte. Sind die Spermatozoen von Ginkgo wirklich bewimpert, und ist tatsächlich (wie dies nach meiner Meinung durch die Serum-Reaktion erwiesen wird) eine Verwandtschaft zwischen Ginkgo und den Taxaceae vorhanden, so müsste Ginkgo in der Aszendenz, nicht in der Deszendenz dieser liegen. Damit stimmt aber in keiner Weise der unzewifelhafte Anschluss der Taxaceae an die Abietineae, den alle Serum-Reaktionen ergeben haben und der auch durch genügende morphologische Merkmale gesichert erscheint.

Hier stehen sich zwei Untersuchungs-Ergebnisse schroff gegenüber, von denen nach meiner Meinung nur eines richtig sein kann. Material für die Nachprüfung der Spermatozoen von Ginkgo und Zeit für diese Untersuchung unter den jetzigen Weltverhältnissen steht mit nicht zur Verfügung; ich möchte die Nachprüfung aber drin-

gend empfehlen.

Nach PILGER (68) trennen ausser der Bildung der Spermatozoen auch "die Entwickelung der Kurztriebe und die Blattform, sowie auch der Bau der weiblichen Blüte" Ginkgo von den Taxaceae. Was die ersteren beiden Markmale betrifft, wird man PILGER beistimmen; die so merkwürdige Blattform von Ginkgo trägt sogar einen ancestralen Habitus, der an die Cordaitales erinnert. Aber es hat etwas Missliches, die Ähnlichkeit unvollständiger Reste, die in geologischen Ablagerungen andeutungsweise auf uns gekommen sind, und deren genau ere Struktur, besonders bezüglich der feineren Einzelheiten der Fortpflanzung wir nicht kennen, sondern nur aus Analogie erschliessen, als Beweis gegen klare und beliebig oft wiederholbare Untersuchungen an lebendem Material zu verwerten. Die merkwürdige Blattgestalt von Ginkgo hat weder RICHARD noch EICHLER (69) davon abgehalten, Ginkgo mit den Taxaceae in nächste Verbindung zu bringen. Und das Gleiche gilt bezüglich der Entwickelung der Kurztriebe.

Behält die Serum-Reaktion Recht und bestätigt sich die Bewimperung der Spermatozoen von Ginkgo nicht, so muss der Blütenbau dieser Gattung mit dem der Taxaceae wieder in Verbindung gebracht werden. Dabei darf nicht in der von LOTSY (70) angedeuteten Weise vorgegangen werden, dass die Taxaceae als Deszendenten der Ginkgoales angesehen werden, sondern der umgekehrte Weg muss eingeschlagen werden.

Bei Ginkgo stehen bekanntlich (71) die männlichen, aus einer gestreckten Axe und daran spiralig gestellten Mikrosporophyllen bestehenden Blüten in der Achsel von grossen Schuppen der heurigen Triebe. Sie sind prinzipiell den männlichen Blüten von Taxus und Torreya gleich, während die männlichen Blüten von Cephalotaxus zu kurzen, geknäuelten Infloreszenzen zusammengestellt sind.

Die weiblichen Blüten von Ginkgo bieten wieder erhebliche Erklärungs-Schwierigkeiten. Anstelle der bei den männlichen Blüten vorhandenen zentralen Blütenaxe (Axe des Strobilus) stehen blattartige oder besser blattstielartige schuppenlose Gebilde, die sich oben in normalem Verhalten in zwei Teile spalten resp. zwei seitliche Makrosporangien ausgliedern. Unter jedem aus einem Integument und dem Nucellus in der bei den Taxaceen normalen Ausbildung gebildeten Makrosporangium steht ein scheinbar aus zwei Schuppen bestehender Wulst, dessen morphologische Dignität noch strittig ist.

Gehen wir auch hier wieder, der unzweifelhaften Homologie folgend, vom Makrosporangium bei der Erklärung aus. Dieses ist nach Richtung des Nucellus und Zahl des Integuments bei allen Taxaceen und bei Ginkgo gleich. Demnach kann der Wulst unter dem Makrosporangium entweder ein Makrosporophyll (resp. die Ligula eines solchen) oder eine Cupula (Arillus) sein. Beides ist möglich und schon angenommen worden.

Wird zunächst die Annahme gemacht, dass der Wulst das Makrosporophyll sei, so folgt daraus, dass das ganze die Makrosporangien tragende Gebild trotz seiner grossen Blatt-Ähnlichkeit nicht das Makrosporophyll sein kann. Dann geht eine der Parallelen mit dem Cycadaceen-Makrosporophyll verloren, auf die nach der angeblichen Entdeckung der ciliaten Spermatozoen von Ginkgo Gewicht gelegt wurde. Aber auch die Stellung des blattartigen die Makrosporangien tragenden Organs in der Achsel eines Schuppenblattes beweist, dass es sich um ein Caulom handeln muss. Durch den Nachweis von 4 Gefässbündeln in diesem Gebilde ist auch LOTSY (72) zu dem gleichen Ergebnis gelangt

Fraglich wäre nur, ob das zu deutende Gebild nicht ein einziges einem congenital abortierten Kurztrieb in der Achsel des Tragblattes angehöriges Phyllom wäre Diese gewaltsame Annahme würde zunächst die gleiche Erklärung darstellen, welche die Fruchschuppe der Coniferen gefunden hat und damit Ginkgo gegen die Ansicht ihrer eigenen Vertreter in die Coniferen-Reihe stellen; sie ist aber besonders auch im Hinblick auf die der weiblichen sicher homologe männliche Blüte von Ginkgo zurückzuweisen. Man muss also in dem die Ovula tragenden Gebild eine blattartige Axe sehen.

Dieses Phyllocladium von Ginkgo mit den assimilierenden, sterilen Phylloc1adien von Phyllocladus zu vergleichen (73) lag nahe. Auch nach meiner Meinung würde

Phyllocladus, von dem wegen der grossen Seltenheit des Materials Samen zur serologischen Prüfung nicht erhalten werden konnten, entweder direkt zu den Taxaceen selbst oder zu den Podocarpeae gehören (74).

Bei Phyllocladus tragen (75) den assimilierenden Trieben ähnliche Phyllocladien die überaus einfachen Strobili genau in derselben Weise, wie die Ovula an den Phyllocladien von Ginkgo sitzen. Der Unterschied ist nur der, dass bei Phyllocladus dort ganze Strobili, bestehend aus Axe und mehreren Makrosporophyllen, stehen, wo bei Ginkgo sich nur die Makrosporangien befinden.

Bei der Ableitung der Gattungen Taxus und Torreya von Cephalotaxus haben wir oben die Übereinstimmung der weiblichen Strobili dadurch erhalten, dass wir eine Verarmung des Cephalotaxus-Strobilus bis auf ein einziges fertiles Makrosporophyll bei den abgeleiteten Gattungen annahmen. Können wir bei Ginkgo das gleiche tun, hier von Phyllocladus aus gleichfalls die Annahme der Verarmung der weiblichen Strobili bis auf den als Makrosporophyll zu deutenden Wulst unter dem Makrosporangium machen? Es ist schwer, sich dazu zu entschliessen

Sowohl bei Taxus wie bei Torreya waren unter dem letzten noch fertil gebliebenen Makrosporophyll die sterilen Schuppen gewesen, die entweder nach SCHUMANN als accessorische Gebilde ohne jede Analogie und Homologie oder nach meiner Meinung als sterile Makrosporophylle gedeutet werden mussten. Derartige Gebilde fehlen bei Ginkgo vollständig und damit fehlt der organographische Hinweis auf eine solche Deutung.

Besonders aber scheint mir gegen diese Auffassung zu sprechen, dass die unzweifelhafte Homologie der männlichen und weiblichen Ginkgo-Blüten aufgeben muss, wer in den Ovula von Ginkgo die Strobili von Phyllocladus in reduziertem Zustand sehen will. Diese Konsequenz zeigt, dass eine nähere Verbindung zwischen Phyllocladus und Ginkgo nicht anzunehmen ist. Sie zeigt zugleich, dass auch die in gewisser Beziehung bestehende Ähnlichkeit zwischen den weiblichen Blüten von Cephalotaxus und Ginkgo nicht auf nähere natürliche Verwandtschaft hinweist.

Wird die Annahme gemacht, das wulstförmige Organ unter dem Makrosporangium von Ginkgo sei zwar kein Makrosporophyll, aber die Ligula eines solchen, so kann auf das Epimatium der Podocarpeae, dessen Ligular-Natur oben dargelegt wurde, als Homologon hingewiesen werden. Die Ligula ist nach meiner Erklärung bei Cephalotaxus noch, wenn auch in sehr reduziertem Zustand, vorhanden und eine Ableitung der Ginkgoaceae von Cephalotaxus würde den serologischen Befunden nicht widersprechen. Aber diese Vorstellung würde erstens in dem die Makrosporen tragenden Organ ein Makrosporophyll sehen, was soeben mit allen Gründen zurückgewiesen wurde. Ferner aber müsste die Annahme gemacht werden, dass ein Makrosporophyll der Coniferen nicht nur eine, sondern bei Ginkgo mindestens 2, oft aber auch bis 6 Ligulae tragen könnte (76). Dies ist ohne Analogon; demnach kann der Ringwulst nicht als Ligula, also auch nicht als Homologon des Epimatium der Podocarpeae, angesehen werden

Wir werden ihn der Cupula genannten Arillarbildung von Torreya und Taxus gleichzusetzen haben, einer Emergenz, die, gleich dem Arillus, die Stelle eines äusseren, nach der Befruchtung entstehenden Integuments einnimmt und weder bei den Angiospermen noch bisher bei den Taxaceen als blattartiges Organ betrachtet wurde

Nach diesen Erwägungen ist das die Makrosporen tragende Organ von Ginkgo als Strobilus-Axe zu betrachten, die unter Unterdrückung der Makrosporophylle samt Ligula die Makrosporangien trägt

Fragen wir, wo sonst noch unter allen verwandtschaftlich inbetracht kommenden Pflanzen Ähnlichkeiten zu diesem Verhalten oder gar Übergänge dazu vorliegen, so kommen wir, trotz allen Differenzen, allein mit den Taxaceen zum Vergleich. Die Reduktion des weiblichen Strobilus bis auf ein einziges fertiles Makrosporophyll unter Unterdrückung der Ligula besteht bei Taxus und Torreya Bei Cephalotaxus sind noch mehrere Makrosporophylle vorhanden und die dazu gehörigen Ligulae sind reduziert aber noch erkennbar Bei Ginkgo fehlen Makrosporophylle und Ligulae, demnach liegt Ginkgo nach der Morphologie seiner Blüten wie nach dem physiologisch-chemischen Verhalten seines Eiweiss auf der Entwickelungslinie Cephalotaxus --

Taxus, Torreya -- Ginkgo.

3. Der Anschluss der Cupressineae.

Auch von den Cupressineae konnte leider keine Form als Ausgangspunkt für die Serum-Reaktionen benützt werden. Meine Untersuchungen wurden durch den Ausbruch des Krieges jäh unterbrochen; andernfalls würde ich nicht versäumt haben, diese wichtige und zugleich lockende Ergänzung meiner Untersuchungen selbst auszuführen. Nach meinen Beobachtungen kann ich Biota, deren Samen reichlich Eiweiss an NaCl abgeben, als Immunisations-Zentrum empfehlen.

Von Formen der Cupressineae wurden Callitris, Libocedrus, Biota und Juniperus in Reaktionen von sämtlichen Abietineen aus ziemlich nahe, von Taxus aus entfernter erreicht. Die Reihenfolge meiner Aufzählung drückt zugleich den Abstand der genannten Formen von den Abietineen wie von Taxus resp. die relative Stärke der stattgehabten Reaktionen aus.

Nach diesem Ergebnis scheint mir festzustehen, dass die Cupressineae von dem von den Abietineae zu den Taxaceae gehenden, oben behandelten und definierten Ast des Systems abzweigen; nur so erklärt sich der gleichzeitig ziemlich ferne und doch ungefähr gleichweite Abstand insbesondere der Gattung Biota von Abies und Taxus.

Auf dieser Verbindungslinie zwischen Abies und Taxus muss, wie oben gezeigt wurde, nach den Serum-Reaktionen und nach morphologischen Gründen Taxodium resp. müssen die Taxodieae liegen. Wir haben sie zwischen Abies und Cephalotaxus, der ersteren Gattung viel näher als der letzteren, in ihrer Stellung fixiert.

Wie oben erwähnt, sah bereits DELPINO in den Taxodieae die Vermittelung zwischen den Abietineae und den Cupressineae; auch LOTSY (77) würde zu demselben Ergebnis gelangt sein, wenn ihm nicht die Einteilung der Coniferen in Inflorescentiales und Florales den Blick getrübt hätte. Die sonst allgemein (78) den Taxodieae zugerechnete Gattung Sequoia löst LOTSY seinem Prinzip zuliebe heraus und stellt sie zu den Cupressineae. Lassen wir sie am alten Platz, wohin sie besonders auch die spiralige Anordnung ihrer Plütenteile verweist, so besteht kein Unterschied mehr zwischen LOTSY's und meiner Anschauung.

Unter den Taxodieae haben wir dann Taxodium als auch serologisch den Abietineae recht nahe stehende, mit ihnen noch durch die 2-Zahl der auf jedem Makrosporophyll vorhandenen Ovula verbundene Basis; bei Cryptomeria und Sequoia ist die Zahl der Ovula bereits vermehrt, doch kann ich über diese Gattungen leider mich nicht weiter auslassen, weil mit ihnen keine Reaktionen angestellt werden konnten.

Die Actinostrobeae (mit Callitris quadrivalvis = Tetraclinis articulata wurde reagiert) stehen im physiologisch-chemischen Verhalten ihres Eiweiss deutlich Abies, also auch Taxodium, näher als die übrigen Cupressineae: Auch morphologisch bilden sie mit ihren schildförmigen Zapfenschuppen die Verbindung zwischen den Taxodieae und den Cupressineae.

Von den Thujopseae wurde mit Biota und Libocedrus reagiert; sie stehen sowohl Abies wie Taxus noch etwas ferner als die Actinostrobeae, mit denen sie der Umstand verbindet, dass sowohl bei den Actinostrobeae wie bei den weiter entwickelten Cupressineae beide männliche Kerne mit Eikernen fusionieren (79).

Morphologisch sind die flachen Schuppen des noch holzigen weiblichen Thujopsideen-Zapfens eine deutliche Fortbildung des Actinostrobeen-Zapfens auf den fleischigen, aus gleichfalls flachen Schuppen gebildeten Zapfen der Junipereae hin.

Dieser morphologischen Deutung entsprechend ergab sich aus der Serum-Reaktion mit Juniperus tatsächlich der weiteste Abstand sowohl von Abies wie auch von Taxus, von denen beiden aus Juniperus noch erreicht wurde. Doch ist der Abstand zwischen Juniperus und den Abietineae immerhin beträchtlich geringer als der zwischen Juniperus und Taxus.

Nach allen Erwägungen muss demnach der Cupressineen-Zweig der Coniferen von den auf oder in der Nähe der Verbindungslinie Abies → Cephalotaxus phylogenetisch anzuordnenden Taxodieae abgehen und mit den Junipereae als Spitze über die Actino-

strobeae (Cupresseae) Thujopseae zu den Juniphereae verlaufen. Es sei darauf aufmerksam gemacht, dass diese Entwickelungslinie auch die Verarmung des weiblichen Strobilus von seinen sehr vielen Makrosporophyllen bei den Abietineen bis zu den drei fertil gebliebenen Sporophyllen der Juniphereae bezeichnet Gleichfalls stellt diese Linie die schrittweise immer weiter gehende Reduktion der Ligula auch auf diesem Zweig der Coniferen dar

4. Der Anschluss der Gnetales.

Von der Reihe der Gnetales konnte allein Ephedra, zwar nicht als Immunisations-Zentrum, aber doch durch Reaktionen von anderen Zentren her, untersucht werden Das Ergebnis war, dass ein zwar ganz ferner, aber doch unzweideutiger Anschluss sowohl von den Abietineae wie von Taxus aus erzielt wurde.

Es ist kein Grund vorhanden, dass ich nicht bei meiner in der Reihe der Cupressineae eingehaltenen Beweisführung bleiben sollte Demnach muss nach den Serum-Reaktionen Ephedra als Weiterbildung der Juniphereae betrachtet werden Wie von dieser Gattung, gehen auch von Ephedra zwar ferne, aber gleichlaufende Verbindungen sowohl zu den Abietineae wie zu Taxus. Nur der Umstand, dass ich die Formenkreise der Gnetales zu wenig kenne, hindert mich daran, den Anschluss der Gnetales an die Juniphereae, für welche auch die in der Anlage hermaphrodite Blüte von Tumboa im Vergleich mit den bei Juniperus gefundenen hermaphroditen Strobili (30) spricht, direkt zu behaupten. Es sei dafür WETTSTEIN (81) zitiert: "Was die eventuelle Ableitung der Gnetinae anbelangt, so ist zu bemerken, dass sie unter den übrigen Gymnospermen den Taxaceae und Cupressaceae zweifellos am nächsten kommen"

5. Die Araucarieae

Es bleibt, nachdem im Vorhergehenden die positiven Ergebnisse meiner Untersuchungen besprochen wurden, noch übrig, die nicht weniger interessanten negativen Befunde zu würdigen.

Als höchst seltsames, mich sehr überraschendes Faktum habe ich zunächst zu erwähnen, dass ich weder von einer Conifere noch von Cycas her irgend einen Anschluss an Araucaria gewinnen konnte Die mir zur Verfügung stehenden Samen von Araucaria brasiliana und A. imbricata waren gut und ergaben reiche Eiweiss-Auszüge; technische Fehler haben meines Ermessens nicht vorgelegen. Ich habe die negativen Ergebnisse meiner Reaktionen mit Araucaria sehr störend empfunden und wiederholt versucht, ob sie wirklich unzweideutig sind.

Ich kann nur sagen, dass Immunsera, die von den Abietineae aus Selaginella, Magnolia und Ginkgo zu erreichen erlaubten, keinerlei Anschluss an Araucaria gaben.

Trotzdem halte ich, nach den übrigen Eigenschaften der Araucarieae und der typischen Coniferen für wahrscheinlich, dass sie monophyletisch sind. Die Abzweigung der Araucarieae von der Linie Lycopodiales ligulatae -- Abietineae kann sehr tief, direkt über den Lycopodiales ligulatae, stattgefunden haben, sodass trotz gleichem Ursprung die Eiweiss-Verwandtschaft mit den Abietineae nicht mehr durch Reaktion von diesen aus zu erkennen ist Dagegen ist es sehr wohl möglich, dass ausgehend von Selaginella mit den Araucarieae Reaktion erzielt werden kann. Ist dies der Fall, so wird dadurch die von mir in der Schlussfigur dieser Arbeit gemachte Annahme begründet werden - Die von LOTSY angenommene Verwandtschaft der Araucarieae mit den Podocarpeae unter Vermittelung von Saxegothaea halte ich nicht für wahrscheinlich

6. Die Cycadales

Cycas revoluta wurde als Immunisations-Zentrum benützt. Das gewonnene Serum war das höchstwertige, welches ich überhaupt gewinnen konnte und reagierte mit Cycas selbst überaus stark. Trotzdem konnte kein Anschluss der Cycadales an die Co-

niferen, auch nicht an die Araucarieae, gewonnen werden. Auch reciprok wurde dies Ergebnis von Abies pectinata, Picea excelsa, Pinus silvestris, Taxus baccata und Ginkgo biloba aus bestätigt; es ist an ihm nicht zu zweifeln. Demnach ist Eiweiss-Verwandtschaft zwischen den Cycadaceae und den Coniferae nicht vorhanden

WETTSTEIN (82) fasst den bisherigen Stand unserer Kenntnisse über die Phylogenie der Gymnospermen in den Worten zusammen: "Die lebenden Gymnospermen stellen einen Pflanzentypus dar, der insofern ein einheitlicher ist, als er durchwegs auf farnähnliche Pteridophyten durch Vermittelung der Cycadofilices zurückzuführen ist".

Dieser Satz ist mit den Serum-Reaktionen der Gymnospermen nicht vereinbar. Aus ihnen geht hervor, dass die heute lebenden Gymnospermen mindestens diphyletisch sind.

Die Abietineae, und mit ihnen alle andern Coniferen ausser den Araucarieae, mussten nach meinen Ausführungen als von den Lycopodiales ligulatae abstammend angesehen werden. Diese Ableitung wird nicht nur durch die positiven Reaktionen notwendig, sondern erhält ihre doppelte Bekräftigung gerade auch durch die völlige Reaktionslosigkeit zwischen Cycas und den Coniferen. Denn an der Verwandtschaft des Cycadaceae mit den Bennettitaceae und weiter zurück mit den Cycadofilices und mit den Filices eusporangiatae ist nicht zu zweifeln.

Die grossen Übereinstimmungen in den Haploid-Phasen des Cycadaceae und der Coniferae sind nichts anderes, als die Fortsetzung einer convergenten Entwickelung, die zur Heterosporie verschiedener Stämme der hohen Kryptogamen geführt hat. Die Coniferen haben ihre Haploid-Phasen von den Lycopodiales ligulatae übernommen, die ihrerseits die Heterosporie beim Übergang von den Lycopodiales eligulatae aus erworben haben. Die Hydropterides stammen von den Filices leptosporangiatae, müssen also die Heterosporie unabhängig von den Lycopodilaes ligulatae ausgebildet haben. Nach allgemeiner, durch exo- und endo-morphologische Forschungen völlig sicher gestellter Ansicht stammen die Cycadales von den Filices eusporangiatae, innerhalb deren Entwickelungsreihe beim Übergang zu den Cycadofilices die Heterosporie gleichfalls unabhängig erworben sein muss. Endlich ist bekannt (83), dass Macrostachya eine zu den Equisetales gehörige Form ist, die gleichfalls heterospor war. Dies ist der vierte Fall der unabhängigen Erwerbung der so wichtigen Heterosporie in verschiedenen Pflanzenreihen. Dass sie durch den Übergang vom Wasser- zum Landleben bedingt war, ist bekannt.

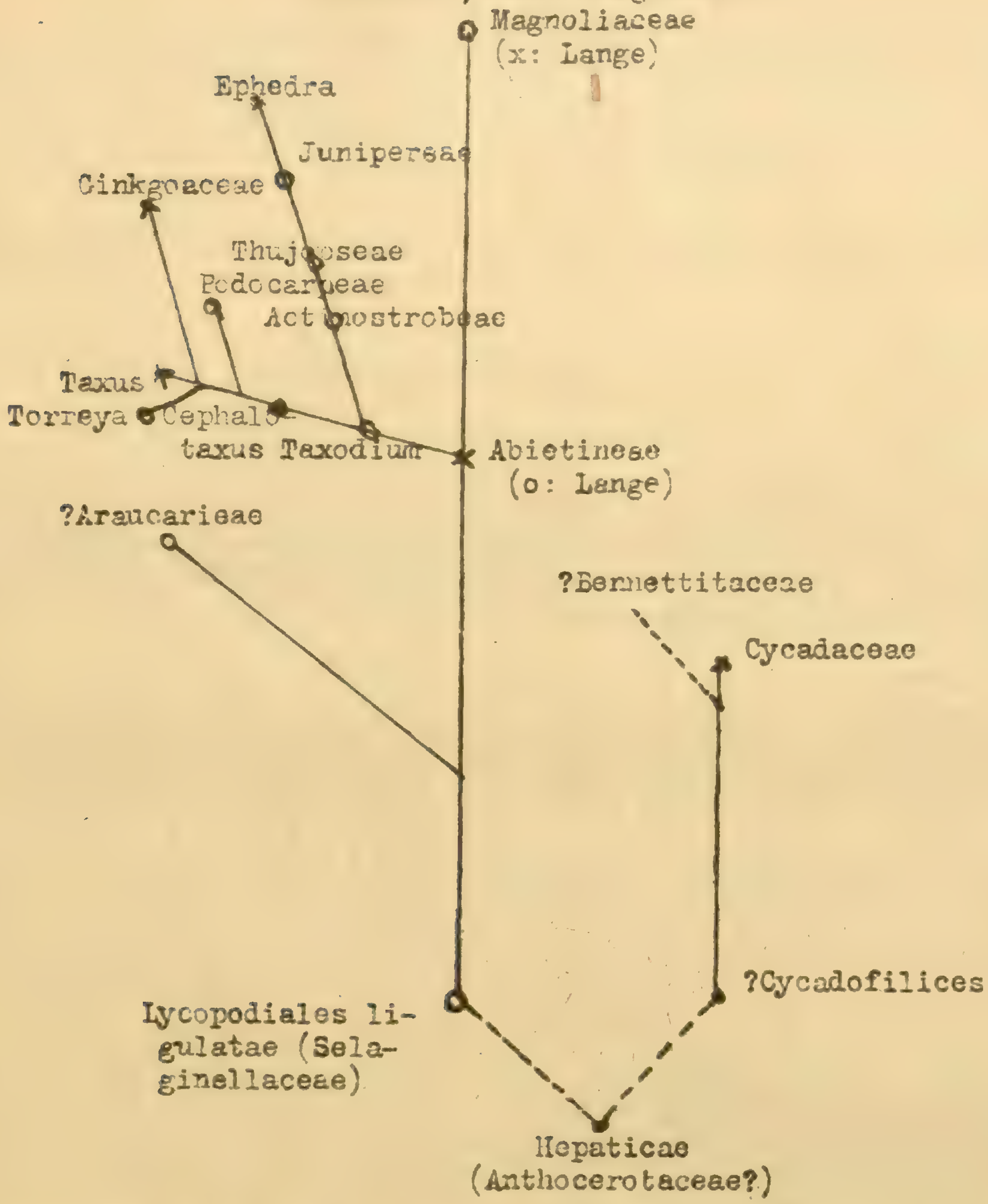
Ist diese merkwürdige Eigenschaft der Heterosporie so oft erworben worden, und hat sie in den beiden Fällen der uns rezent erhalten gebliebenen Lycopodiales ligulatae und der Hydropterides bis auf kleine morphologische Ausbildungen übereinstimmenden Ergebnissen geführt, so ist kein Grund für die Annahme vorhanden, dass diese Convergenz nicht auch bei der Entwickelung der Lycopodiales ligulatae zu den Coniferen, der Cycadofilices zu den Cycadales und Bennettitales sich noch weiter convergent ausgebildet hätte. Es darf dies im Gegenteil als wahrscheinlich bezeichnet werden. Hieraus ist der Schluss zu ziehen, dass aus den Übereinstimmungen der Haploid-Phasen des Cycadaceae und der Coniferae auf ihre monophyletische Entstehung nicht geschlossen werden darf.

IV. ZUSAMMENFASSUNG.

Die Ergebnisse meiner sero-diagnostischen Untersuchungen und der damit verbundenen morphologischen Betrachtungen fasse ich in der auf Seite 78 gegebenen Figur zusammen. Die als Zentrum der Immunisation benützten Formen sind mit x, die nur im Anschluss erreichten mit o bezeichnet.

Literatur-Verweise.

(1) Gohlke, Diss Königsberg 1913; Lange, Diss Königsberg 1914, Preuss in Cohn's Beitr 1917 - (2) Lotsy, Vortr über bot Stammesgeschichte III 1 (1911) - (3) Wettstein, Handb. der syst. Bot (1911) - (4) Engler-Gilg, Syllabus der



Pflanzenfamilien (1912) - (5) Pilger in Engl. Pflanzenreich IV.5. (1903). -(6) Preuss, l c p. 463 - (7) Preuss, l.c. p. 466. - (8) Preuss, l.c. p. 465 - (9) Mez und Gohlke in Cohn's Beitr XII, p 161 - (10) Siehe dazu aber Mez in Mez, Archiv I (1922) p. 190 - (11) Preuss, l.c p 463 - 469. - (12) Lotsy, l.c. III 1 p 21; Stiles in Ann. of Bot. XXVI (1912) p. 502, 507. - (13) Lotsy, l.c. III p 208, 211, 213. - (14) Mez und Gohlke l.c. p. 177. - (15) Lotsy, l.c. p 40.- (16) Lotsy, l.c. p. 205 ff - (17) Lotsy, l.c. p 5 - 217. - (18) Lotsy, l.c p. 209, 212 - (19) Nach Lotsy l c p 208 - (20) A. Braun, Oersted, Stenzel, cf Lotsy l c p 207 - (21) Lotsy, l.c p 210 - (22) Stenzel, Willkomm, Velenowsky, Noll; cf. Lotsy l.c. p. 209, 210, 213, 214. - (23) Strasburger, Eichler; cf Lotsy l c p 212. - (24) Lotsy l c p. 207 - (25) Cf. Lotsy l c p 42. - (26) Lange, l.c p. 111 - (27) Wettstein, l c p 478 ff. - (28) vergl. auch Lotsy, l,c p 420 ff - (29) Wettstein, l c. p 490 - (30) Wettstein, l.c. p 492, 496, 519. - (31) Mez und Gohlke, l.c p 174; Lange, l.c. p 127; vergl auch Malligson in Mez, Archiv I (1922) p. 12 ff. - (32) Lotsy, l c p 208, 216. - (33) Cf. Lotsy, l.c. p. 237 - (34) Cf: Lotsy, l.c. p. 208 - (35) Lotsy, l c p 126. - (36) Cf Lotsy, l.c. p 212 - (37) Cf Lotsy, l.c. p 211 - (38) Lotsy, l.c. p 42, 43 - (39) Jeffrey in Ann of Bot 1908, p 219; Stiles, l.c p 507 - (40) Cf Lotsy, l.c. p. 111, 140. - (41) Lotsy, l.c. p 69, 70. - (42) Lotsy, l.c. p. 168. - (43) Lotsy, l.c. p. 63 - (44) Cf Lotsy, l c p 126 - (45) Pilger in Engler, Pflanzenr IV 5. - (46) Lotsy, l c p. 52 ff - (47) Pilger, l.c.

p 42. - (48) Wettstein, l.c. p. 402. - (49) Lotsy, l.c. p. 236. - (50) Lotsy, l. c, p. 140. - (51) Cf. Lotsy, l.c. p. 241. - (52) Lotsy, l c. p. 236. - (53) Pilger, l.c. p. 25 ff. - (54) Lotsy, l.c. p. 187. - (55) Pilger, l.c. p. 13. - (56) Wettstein, l.c. p. 460, Lotsy l.c. p. 152. - (57) Pilger, l.c. p. 13. - (58) Lotsy l.d. p. 187. - (59) Vergl. Pilger l.c. p. III. fig. 23, b, d. - (60) Lotsy, l. c. p. 187. - (61) Pilger, l.c. p. 13. - (62) Pilger, l.c. p. 16 und 49, Fig. 5F d, e, f. - (63) Lotsy l.c. p. 784. - (64) Lotsy l.c. p 743. - (65) Lotsy, l.c. p. 779. - (66) Engler-Gilg, l.c. p. 105 - (67) Wettstein, l.c. p. 391.- (68) Pilger, l.c. p. 37. - (69) Pilger, l.c. p. 37. - (70) Lotsy, l.c. p 785. - (71) Eichler, Blütendiagr. I, p. 65. - (72) Lotsy, l.c. p. 782 - (73) Strasburger nach Lotsy, l.c. p. 93 - (74) Lotsy, l.c. p. 93, 94; Pilger l.c. p 19 - (75) Wettstein, l.c. p 402, fig. 269,3; Lotsy, l.c. p. 90 fig 48 9, 12 - (76) Lotsy, l. c p. 783, fig. 551, 11. - (77) Lotsy, l.c. p. 286. - (78) Wettstein, l.c. p. 404, Engler-Gilg, l.c. p. 111. - (79) Lotsy, l c, p. 113 - (80) Lotsy, l.c. p. 154.- (81) Wettstein, l.c. p. 417 - (82) Wettstein, l.c. p. 375 - (83) Lotsy, l.c. p 541.

Vergleichende Holzanatomie der Pappeln und Baumweiden.

Von Hildegard Herrmann (Breslau).

(Fortsetzung von Seite 56.)

II. Lagerung der Elemente.

A. Querschnitt.

F r ü h h o l z . - 1. Markstrahlen. - Die Markstrahlen sind stets einreihig

2. Gefässe. - Die ersten Gefässe im Frühholz liegen meist isoliert, bei zunehmender Ausbildung des Frühholzes nimmt die Tendenz zur Aneinanderlagerung zu, und es werden Komplexe von 2 - 6 Gefässen gebildet, und zwar so, dass der radiale Raum vergrössert wird. Sowohl isolierte als auch kombinierte Gefässe stehen mit einem Markstrahl in Verbindung.

3. Libriform. - Seine Lagerung ist in der Nähe der Markstrahlen regelmässig, während die Wände der dazwischen liegenden Zellen spitze Winkel mit einander bilden.

S p ä t h o l z . - Eine schmale Zone von 1 - 2 Zellreihen bildend.

1. Gefässe. - Sie sind selten vorhanden. Es kommt vor, dass es sich nicht mit Bestimmtheit sagen lässt, ob ein Gefäss dem Früh- oder Spätholz angehört, da es in beide Zonen hineinragt. Zwei seitlich aneinander grenzende Gefässe habe ich nicht gefunden (siehe Fig. 17).

2. Libriform. - Die Lagerung desselben ist regelmässig, seine Elemente bilden die Hauptmasse des Spätholzes.

B. Tangentialschnitt.

1. Markstrahlen. - Einteihige Zellzüge von 2 - 18 übereinander liegenden Parenchymzellen bildend.

2. Gefässe. - Die Gefässe sind ziemlich zahlreich vertreten, sie können gelagert sein: a. Gefäss an Gefäss; b. ein Gefäss an andere Elemente angrenzend, wobei sich 3 11 Zellen zwischen 2 Gefässe schieben können. Ein Gefäss grenzt stets irgendwo in seinem Verlauf an einen Markstrahl.

3 Libriform und Parenchymfasern - In der Lagerung der Libriform- und Parenchymfasern besteht kein Unterschied, beide dienen dem Schutz der Leitungsbahnen

und Markstrahlen.

C. Radialschnitt.

1. Markstrahlen - Sie bilden Bänder aus 6 - 15 übereinander liegenden Zellreihen.

2. Gefässe. - Häufig liegen 2 - 3 Gefässe nebeneinander, sonst durch 3 - 11 Zellen voneinander getrennt, an Libriform, häufig an Strangparenchym angrenzend

3. Strangparenchym. - Findet sich auch in nicht unmittelbarer Nähe der Gefässe, nämlich zwischen Libriform- und Parenchymfasern gelagert. Letztere sind selten, meist tritt echtes Libriform auf, das sehr regelmässig angeordnet die Grundmasse der Elemente bildet.

Kern - Das Material von einem andern Baume stammend Auffällig ist es, dass hier die Zahl der Gefässe auf dem Querschnitt bedeutend grösser ist als bei dem vorhergehend untersuchten Material. Die Zahl der Gefässe ist also als Unterscheidungsmerkmal unbrauchbar, da sie von äusseren Einflüssen (Standort etc.) abhängig Schwankungen unterworfen ist.

Das Holz des Kerns und Splints weist sonst keine anatomischen Unterschiede auf, nur fand ich auch hier bestätigt, dass die Hoftüpfel der Gefässe nicht aneinander grenzen (siehe Fig. 21).

ZUSAMMENFASSUNG DER GATTUNG POPULUS.

Gemeinsames: Wie aus vorliegenden Untersuchungen hervorgeht, kommen im Pappelholz folgende Elemente vor: 1. Gefässe mit Hoftüpfeln, als Modifikation derselben Tracheiden, selten. 2 Libriform mit Spaltentüpfeln. 3. Parenchymfasern 4. Zu Strangparenchym vereinigtes Holzparenchym. 5. Markstrahlparenchym.

Libriform, Parenchymfasern und Strangparenchym sind überall ziemlich gleichmässig ausgebildet und gelagert, nur in dem Vorkommen des letzteren finden sich Verschiedenheiten, doch scheinen mir diese Abweichungen bei dem an sich spärlich vorhandenen Holzparenchym nicht sicher genug, um darauf eine konstante Unterscheidung zu gründen. Gemeinsam ist ferner allen Pappeln das Verhaltnis der Höhe der Markstrahlzellen zu ihrer Breite, auf dem Tangentialschnitt gemessen. Es beträgt
H h = 2,3 - 3

Verschiedenheiten treten auf: 1 bei der Ausbildung und Lagerung der Gefässe. Das Grössenverhältnis der ersten im Frühholz gebildeten Gefässe und der zuletzt an der Herbstholzgrenze angelegten ist bei den einzelnen Spezies verschieden, ebenso auch die Lagerung der Gefässe, speziell zu beiden Seiten des Spätholzringes, sodass sich hieraus ein Unterscheidungsmerkmal ergibt. Die Zahl der Gefässe ist nicht konstant und fällt somit als Unterscheidungsmerkmal fort. Meine Beobachtung fand ich auch bei einem Vergleich der bei PICCIOLI (1) und der bei STONE (2) bezüglich der Zahl der Gefässe gemachten Angaben bestätigt, welche bedeutend voneinander abweichen: bei Populus nigra sind nach STONE 75 - 90, nach PICCIOLI 35 Gefässe pro qmm vorhanden; bei Populus canadensis nach STONE 50 - 75, nach PICCIOLI 25 Gefässe pro qmm.

2. An den Markstrahlen. - Was die Ausbildung der Markstrahlen anbelangt, sind ihre Elemente bis auf eine Ausnahme relativ gleich; das Verhältnis der getüpfelten zu den ungetüpfelten Zellen ist konstant und beträgt bei Populus tremula, P alba, P nigra 1,0 - 1,55 - die Masse stimmen mit denen BURGERSTEIN's (3) überein - weicht jedoch bei Populus canadensis beträchtlich ab. Hier verschiebt das Auftreten doppelt so hoher Palissadenzellen das Verhältnis der getüpfelten zu ungetüpfelten Zellen auf 1,87

Die für die Mehrzahl der Pappeln typische Einreihigkeit der Markstrahlen findet eine Ausnahme bei Populus alba, bei welcher h ä u f i g zweireihige auftreten

Bevor ich nun eine Tabelle aufstelle, möchte ich die charakteristischen Merkmale jeder Art noch einmal kurz zusammenfassen:

Populus tremula - Es erfolgt eine allmählige Grössenabnahme der Gefässe nach dem Spätholz hin, doch können auch im jungen Frühholz zuerst kleinere Ge-

fässe gebildet werden; erste Gefässe auffallend durch ihre grosse Zahl Im gesamten Frühholz findet Aneinanderlagerung von 2 - 6 Gefässen statt, sowohl in radialer als tangentialer Richtung; häufiger als Isolierung. Verhältnis der Höhe getüpfelter (H) zu derjenigen ungetüpfelter (h) Markstrahlzellen: H : h = 1,0. Verhältnis der Höhe (h) einer Markstrahlzelle zu deren Breite (b): h : b = 2,4. Markstrahlen einreihig.

Populus alba. - Erste Gefässe im Frühholz liegen isoliert, nach dem Herbstholz hin findet Ausbildung von Komplexen von 2 - 6 Gefässen statt - junges Frühholz ist also von älterem, besonders von dem an der Spätholzgrenze, leicht unterscheidbar. H : h = 1,19; h : b = 2,5. Markstrahlen bisweilen zweireihig.

Populus canadensis. - Die ersten im Frühjahr gebildeten Gefässe sind nicht grösser als die folgenden, bloss an der Spätholzgrenze selbst werden als letzte einige wenige kleinere Gefässe ausgebildet. Gefässe sind meist isoliert, seltener kombiniert, Komplexe von 2 - 6 Gefässen möglich. Anlagerung meist radial. H : h = 1,87; h : b = 3,0. Markstrahlen einreihig.

Populus nigra. - Die im Frühholz zuerst gebildeten Gefässe sind gross, isoliert - seltener auch kleiner, Komplexe bildend. An der Spätholzgrenze sind die letzten Gefässe kleiner, zu meist mehr als 2 kombiniert, 2 - 6 möglich. H : h = 1,5; h : b = 2,3. Markstrahlen einreihig.

S C H L Ü S S E L .

A. Alle Markstrahlzellen sind ungefähr gleich hoch, besitzen den Quotienten H : h = 1,0 - 1,55.
   I. Erste Gefässe im Frühholz gross, meist isoliert, selten Komplexe bildend. Mit fortschreitender Ausbildung des Frühholzes isolierte Gefässe selten, häufiger Komplexe von 2 - 6 Gefässen.
      a. Markstrahlen stets einreihig: Populus nigra.
      b. Markstrahlen bisweilen zweireihig: Populus alba.
   II. Im jungen Frühholz entstehen als erste zahlreiche Gefässe, die sich nur durch die Zahl, nicht durch die Grösse markieren, auch Komplexe von 2 - 6 Gefässen bilden wie die später ausgebildeten Gefässe: Populus tremula.
B. Es treten 2 Typen von Markstrahlzellen auf, Palissadenzellen doppelt so hoch wie die Mittelzellen, H : h = 1,87. Gefässe meist isoliert, Komplexe von 2 - 6 möglich, doch selten: Populus canadensis.

II. T E I L : B A U M W E I D E N .

SALIX CAPREA.

Splint weiss-gelblich bis weiss-rötlich, Kern ockerfarben. Markflecken fehlen.

I. Ausbildung der Elemente.

Folgende Elemente kommen sichtbar vor:

A. Auf dem Querschnitt: 1. Markstrahlparenchym, bisweilen schwer erkennbar; 2. Gefässe; 3. Libriform.

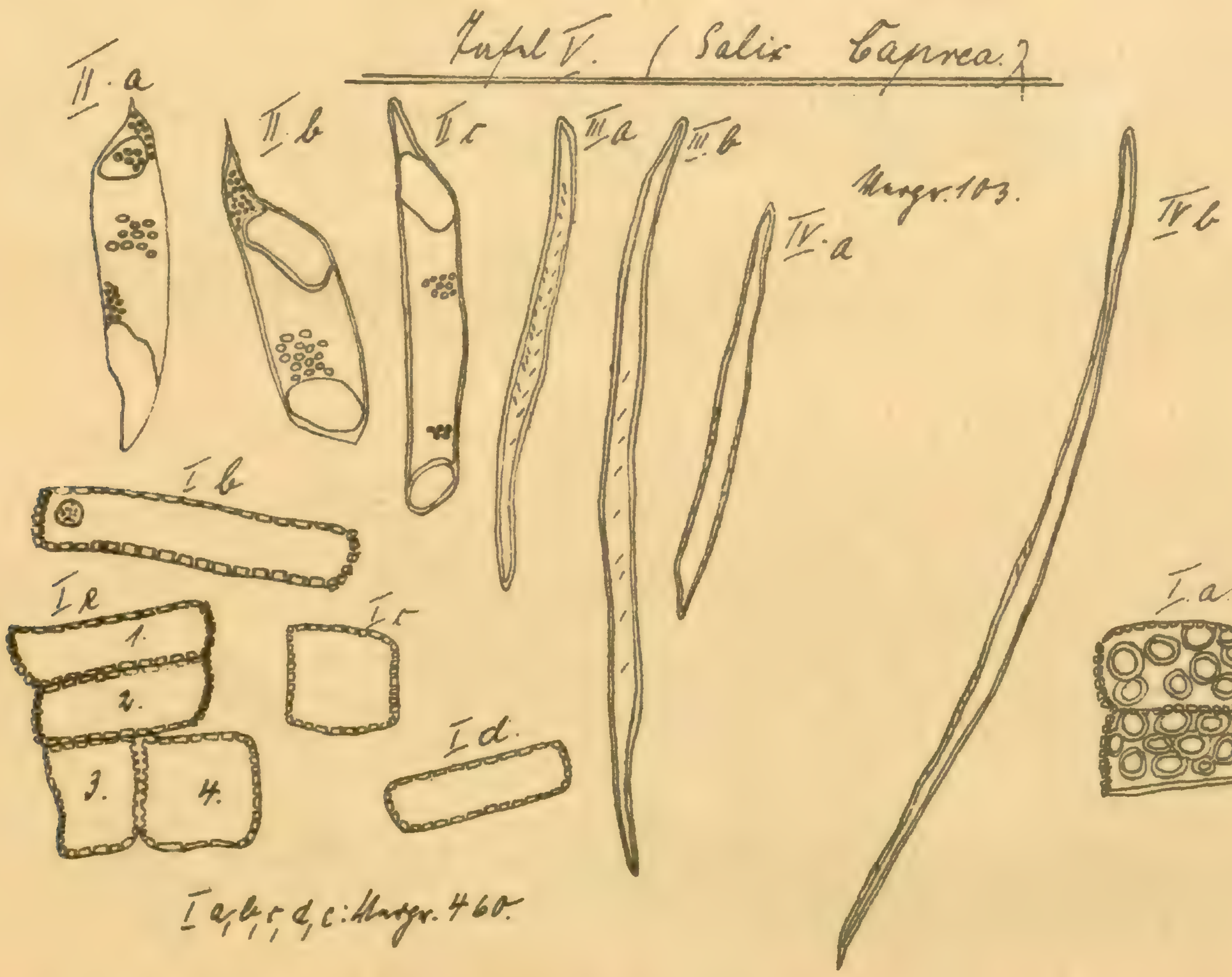
B. Auf dem Tangentialschnitt: 1. Markstrahlparenchym, Palissaden- und Mittelzellen; 2. Gefässe mit Hoftüpfeln; 3. Libriform; 4. Parenchymfasern; 5. Strangparenchym

C. Auf dem Radialschnitt: Markstrahlparenchym, Palissaden- und Mittelzellen; 2. Gefässe mit Hoftüpfeln; 3. Echtes Libriform mit Spaltentüpfeln; 4. Strangparenchym.

Durch Maceration isolierte Organe: 1. Markstrahlparenchym, Palissaden- und Mittelzellen; 2. Gefässe mit Hoftüpfeln; 3. Libriform mit schiefen Spaltentüpfeln; 4. Parenchymfasern. - Macerierte Organe siehe Tafel V auf Seite 82.

Bild bei Maceration.

Die Hauptmasse der Elemente bilden die Libriformfasern: lange, sich stark verjüngende bis kürzere, breitere Elemente. Sie sind deutlich getüpfelt. - Es folgen der Zahl nach die Markstrahlzellen, von welchen beide Typen vorhanden sind: schmale und lange "Mittelzellen" und fast dreimal so hohe "Palissadenzellen", dazwischen als Übergang Zellen, die doppelt so hoch sind als die Mittelzellen. An Palissadenzellen solche mit und solche ohne Hoftüpfel. Gefässe sind ebenfalls recht



zahlreich und zwar haben wir 2 Typen: kurze gedrungene und lange, schmälere Gefässglieder, letztere ungefähr 6 mal so lang als breit. Alle Gefässe sind behöft getüpfelt. Seltener sind Parenchymfasern mit getüpfelter Wand. Strangparenchym zu isolieren ist mir nicht gelungen.

A. Querschnitt.

F r ü h h o l z - 1 Markstrahlen. Die Markstrahlen sind nicht immer leicht zu erkennen, da ihre Zellen häufig so breit sind, dass sie sich schwer von dem angrenzenden Libriform unterscheiden lassen - dies ist typisch für die Markstrahlen. Es treten zwei der Form nach verschiedene Arten von Elementen auf: lang gestreckte, welche wesentlich zur Erkennung der Markstrahlen beitragen, und kurze, breite. Die Masse dieser Zellen sind der Tabelle auf Seite 83 zu entnehmen.

Die Markstrahlzellen, lange wie breite, bilden folgende Tüpfel aus:

1. Einfache Tüpfel in der Querwand zwischen zwei übereinander liegenden Zellen;

2. Kleine, kreisrunde Tüpfel parallel der Längswand; meist an den lang gestreckten Elementen;

3. Hoftüpfel mit schiefem Spalt, an Libriform angrenzend. Libriform sowie Markstrahlzellwand bilden je einen Kanal aus, der sich, wo sie zusammenstossen, zu

zu einem kreisrunden Hof erweitert. Grösse eines Hofes: 1,35 zu 1,35 Mikr., Breite eines Spaltes: 0,43 Mikr., Länge: 1,8 Mikr.; Länge des Spaltes plus Halbmesser des Hofes = Wanddicke.

Auch hier erweitert sich die Mündung des Kanals nach dem Zellumen hin, doch scheint diese Erweiterung nicht grösser zu sein als der Umfang des Hofes Die kur-

Lange Zellen				Kurze Zellen			
Höhe		Breite		Höhe		Breite	
36	Mikr.	6	Mikr.	24	Mikr.	9	Mikr.
60	"	6	"	33	"	10,5	"
54	"	4,5	"	33	"	7,5	"
54	"	6	"	21	"	7,5	"
24	"	4,5	"	21	"	9	"

zen, breiten Markstrahlzellen bilden ausserdem, an Gefässe angrenzend, Hoftüpfel aus.

2. Gefässe. - Zwischen den Gefässen vor und nach dem Herbstholzring besteht ein ziemlich bedeutender Grössenunterschied, die letzten Gefässe im Frühholz sind sehr klein, während die ersten Gefässe im Frühjahr sowohl eine grosse tangentiale als auch radiale Ausdehnung besitzen:

Letzte Gefässe				Erste Gefässe im Frühjahr			
Höhe		Breite		Höhe		Breite	
52	Mikr.	39	Mikr.	123	Mikr.	71	Mikr.
58,5	"	45,5	"	96	"	63	"
58,5	"	39	"	114	"	69	"
30	"	21	"	93	"	63	"
(C2)36	"	27	"	108	"	54	"
10,5	"	18	"	93	"	63	"
18		17		72	"	48	"

Wie aus den Massen ersichtlich, besteht zwischen der Grösse der letzten Gefässe, selbst wenn sie zu Komplexen angeordnet sind, was ich durch C und die Zahl der Gefässe dahinter angedeutet habe, und derjenigen der ersten Gefässe im Frühholz ein erheblicher Unterschied; bei letzteren ist die tangentiale Ausdehnung am grössten, nimmt nach der Grenze zu ab.

Aneinander grenzende Gefässe bilden zweiseitige Hoftüpfel aus, deren Hof hier als elliptischer Spalt erscheint, in dem die Schliesshaut ausgespannt ist und in welchen von jedem Gefäss aus ein schmaler Kanal einmündet. Ferner werden zwischen Gefäss und Markstrahl zweiseitige Hoftüpfel ausgebildet. Tüpfel zwischen Gefäss und Libriform fehlen.

3. Libriform. - Die Zellen, welche an einen Markstrahl angrenzen, sind meist grösser als die anderen, wie die Tabelle auf Seite 84 zeigt.

Auch sonst können die Libriformzellen die Grösse der den Markstrahlen benachbarten Zellen erreichen, es fehlt dann aber die regelmässige Anordung Die drei Schichten der Wandung sind deutlich sichtbar, die Mittellamelle verstärkt sich wo 3 Zellen zusammenstossen zu einem dreieckigen Zwickel (bisweilen werden auch Interzellular-Räume ausgebildet). Wo zwei Libriformzellen aneinander grenzen, bilden die radial verlaufenden Wände spaltenförmige Tüpfel aus, die sich in der

Mitte zu einem Hof erweitern, der sich jedoch nur wenig von den Spalten abhebt.

An Markstrahlen grenzende Zellen				Gewöhnliche Zellen			
Höhe		Breite		Höhe		Breite	
12	Mikr.	21	Mikr.	12	Mikr.	7,5	Mikr.
15	"	12	"	12	"	6	"
13,5	"	9	"	9	"	7,5	"
15	"	7,5	"	12.	"	9	"
13,5	"	9	"	13,5	"	10,5	"
15	"	9	"	15	"	9	"

Die Spalten sind nicht gekreuzt, die Tüpfel fehlen den Tangentialwänden.

S p ä t h o l z . - 1. Markstrahlen. - Es kommen meist bloss die kurzen, weitlumigeren Zellen im Spätholz vor, hier jedoch nicht breiter werdend. Die Markstrahlzellen stehen durch perforierte Querwände miteinander in Verbindung, weisen auch die kreisrunden Tüpfel parallel den Längswänden auf und sind inhaltsreich.

2. Gefässe. - Diese stehen mit den letzten Gefässen des Frühholzes durch getüpfelte Wände in Verbindung, sie sind radial abgeplattet und klein.

,Spätholzgefässe				Letzte Frühjahrsgefässe			
Höhe		Breite		Höhe		Breite	
9	Mikr.	12	Mikr.	9	Mikr.	12	Mikr.
6	"	21	"	15	"	24	"
4,5	"	25,5	"	18	"	30	"
					"		

3. Libriform. - Die Libriformzellen sind radial abgeplattet, aber nicht sehr gestreckt: Höhe 3 Mikr., 3 Mikr. 3 Mikr. 4,5 Mikr.
Breite 12 " 12 " 15 " 16,5 "
daneben kommen auch höhere Zellen vor:
Höhe: 6 Mikr., 7,5 Mikr.
Breite:12 " 12 "
schliesslich sehr kleine, runde Zellen: 3 Mikr. zu 3 Mikr.; 4,5 Mikr. zu 4,5 Mikr. Auch im Spätholz wird die Mittellamelle zwickelförmig verdickt, wo mehrere Libriformzellen aneinander grenzen.

B. Tangentialschnitt.

1. Markstrahlen. - Die Markstrahlen bestehen aus Parenchymzellen, die ihrer Grösse nach voneinander verschieden sind. Zellen zweier Markstrahlen, vom oberen Ende anfangend gemessen (Tabelle auf Seite 85).

Die mit P. bezeichneten Masse beziehen sich auf Palissadenzellen. Bei einem weiteren Markstrahl ist eine in der Mitte gelegene Palissadenzelle 36 Mikr. lang, eine benachbarte Mittelzelle 12 Mikr., eine Endzelle 18 Mikr. lang. An den Markstrahlzellen treten folgende Tüpfel auf:

a. zwischen 2 übereinander liegenden Markstrahlzellen sich kreuzende Spaltentüpfel, die in dreiseitige Interzellularräume auf der Grenze zwischen 2 Zellem einmünden. Diese Tüpfel sind stets bei den mittleren Elementen eines Markstrahls vorhanden, fehlen den Randzellen.

b. Meistens an Palissadenzellen, aber auch an Mittelzellen bisweilen: kleine , runde Tüpfel, das Lumen durchsetzend.

c. Zwischen Palissadenzellen, sowohl am Rande als auch in der Mitte eines

Markstrahls liegend, und Gefässen: zweiseitige Hoftüpfel. Es kommt ausnahmsweise vor, dass in einem Markstrahl zwei Zellen nebeneinander liegen (siehe Figur 22).

Erster Markstrahl				Zweiter Markstrahl.			
Höhe		Breite		Höhe		Breite	
P 30	Mikr.	6	Mikr.	P 42	Mikr.	6	Mikr.
10,5	"	6	"	P 30	"	9	"
9	"	7,5	"	12	"	6	"
15	"	8,25	"	P 24	"	10,5	"
P 27	"	10,5	"	12	"	6	"
15	"	6	"	P 36	"	4,5	"
13,5	"	6	"				
P 42	"	6	"				

2. Gefässe. - Die Gefässe besitzen Hoftüpfel mit rhombischem Hof und elliptischem Spalt.

Hof				Spalt			
Höhe		Breite		Höhe		Breite	
10,5	Mikr.	12	Mikr.	1,5	Mikr.	6	Mikr.
9	"	12	"	1,5	"	6	"
10,5	"	9	"	1,5	"	4,5	"

3. Holzparenchym. - Weitlumige, rechteckige Zellen, die zartere Wände als die angrenzenden Elemente besitzen und in Form von Strangparenchym auftreten. Die Parenchymzellen können eine beträchtliche Länge erreichen, z.B. 135 Mikr. bei einer Breite von 15 Mikr. (siehe Fig. 23).

C. Radialschnitt.

1. Markstrahlen. - Die Markstrahlen weisen auch hier Palissaden- und Mittelzellen auf, nur sind erstere, sofern sie in der Mitte eines Markstrahls liegen, nicht so hoch wie die am Rande gelegenen:

Rand-Palissadenzellen				Mitte, Palissadenzellen				Mittelzellen			
Länge		Höhe		Länge		Höhe		Länge		Höhe	
18	Mikr.	28,5	Mikr.	21	Mikr.	24	Mikr.	78	Mikr.	6	Mikr.
24	"	30	"	27	"	21	"	90	"	9	"

a. Die Wandung zwischen den Markstrahlzellen, Palissaden- wie auch Mittelzellen ist einfach getüpfelt, und zwar Längs- wie Querwand.

b. Zwischen Palissadenzellen, sowohl den am Rande wie in der Mitte des Markstrahles gelegenen, und Gefässen werden Hoftüpfel von kantig elliptischer Form ausgebildet, die nach innen zu noch eine Kontur erkennen lassen - den Kanal, der fast die Breite des Hofes erreicht.

Höhe eines Hofes:	6 Mikr.	6 Mikr.	4,5 Mikr.	3,75 Mikr.	6 Mikr.
Länge " "	12 "	6 "	7,5 "	6 "	6,75 "

c. Man sieht die Höfe der zwischen Markstrahl und Libriform ausgebildeten Spaltentüpfel; ihre Grösse beträgt durchschnittlich 1,5 zu 1,5 Mikr.

2. Gefässe. - Es sind nur Gefässe mit Hoftüpfeln vorhanden, deren Höfe rhombisch bis abgerundet, Spalten schmal elliptisch sind. Hof: Höhe 9 Mikr., Länge 12 Mikr. ; Spalt: Höhe 0,75 Mikr., Länge 4,5 Mikr. - Perforation ist einfach; seitlich aneinandergrenzend stehen 2 Gefässe durch Hoftüpfel in Verbindung.

3. Libriform. - Die Libriformfasern sind lang gestreckte Elemente, die eine erhebliche Breite erreichen können: 15, 18, 19,5, 18, 12, 18 Mikr. - Sie besitzen schief gestellte Tüpfel, deren Spalten 3 bis 4,5 Mikr. lang sind und sich in der Mitte zu einem Hof von geringem Umfang erweitern.

4. Holzparenchym. - Besteht aus lang gestreckten, rechteckigen Zellen, die mit deutlich sichtbaren Querwänden aneinander grenzend Strangparenchym bilden.

II. Lagerung der Elemente.

A. Querschnitt.

F r ü h h o l z . - 1. Markstrahlen. - Diese sind stets einreihig und bestehen aus Zellen, die mit geraden oder schrägen Querwänden aneinander grenzen.

2. Gefässe. - Die ersten Gefässe im Frühholz liegen isoliert, häufig zwischen 2 Markstrahlen, sonst von Libriform geschützt. Mit fortschreitender Ausbildung des Frühholzes nimmt die Tendenz zur Aneinanderlagerung zu; während anfänglich nur 2 Gefässe radial aneinander grenzen, treten später Komplexe von 2 - 7 Gefässen auf - sowohl radial als auch tangential nebeneinander liegend. Figur 24 stellt einen Fall dar, wo 10 Gefässe miteinander kommunizieren, eine Gesamtleitungsbahn von radial 159, tangential 69 Mikr. bildend. (Ein erstes Gefäss jenseits des Spätholzringes ist radial: 96, tangential 60 Mikr. gross, also nicht erheblich kleiner als der ganze Komplex).

Bei Gefässkomplexen ist es garnicht selten, dass sich zwischen mehreren Gefässen eine Reihe Libriformzellen einschiebt, diese tangential auseinandertreibend.

3. Libriform. - Die Lagerung zueinander ist meist eine unregelmässige, die Querwände der Elemente bilden dann spitze Winkel miteinander. Bloss in der Nähe der Markstrahlen stellen sich die Wände annähernd parallel ein.

S p ä t h o l z . - Die 1. Gefässe stehen meist mit den letzten Frühholzgefässen in Verbindung. Seitlich grenzen nie 2 Gefässe aneinander, sondern ein Gefäss liegt entweder zwischen Markstrahl und Libriform oder nur in Sklerenchym eingebettet.

2. Die Libriformzellen sind regelmässig angeordnet, sodass ihre Quer- und Längswände annähernd parallel verlaufen und der Spätholzring sich auch mit hierdurch von dem angrenzenden Frühholz unterscheidet. Das Späzholz bildet eine Zone von zwei übereinander liegenden Zellreihen.

B. Tangentialschnitt.

1. Markstrahlen. - Die Markstrahlen bilden Reihen von 3 - 14 übereinander liegenden Elementen, von denen die Palissadenzellen sowohl am Rande als auch in der Mitte eines Markstrahle liegen können, im ersteren Falle bis zu 4 übereinander liegend. In der Mitte eines Markstrahls können 2 Palissadenzellen direkt aneinander grenzen, nach dem oberen Ende zu an Mittelzellen stossend. Zwei Markstrahlen grenzen nie seitlich aneinander, sondern es liegen stets 1 - 4 Zellen dazwischen.

2. Gefässe. - Die Gefässglieder stehen durch einfache Perforation miteinander in Verbindung. Zwei Gefässe grenzen selten seitlich aneinander, können aber durch wenige Zellen, z.B. zwei Libriformfasern, voneinander getrennt liegen. Irgendwo in seinem Verlauf grenzt ein Gefäss an einen Markstrahl.

3. Libriform.- Die Hauptmasse der Elemente bildet das Libriform, das die Enden der Markstrahlen einschliesst und dieselben umgibt, das sich an die Gefässe anlegt und sie schützt und schliesslich auch zu mehreren Zellen aneinander grenzend ein festes Gewebe darstellt.

4. Holzparenchym. - Dieses findet sich in der Nähe von Gefässen und Markstrah-

len und besteht aus Zellen, die lückenlos aneinander grenzend, zu Strangparenchym vereinigt sind. Es ist selten.

C. Radialschnitt.

1. Markstrahlen. - Diese bilden breite, quer verlaufende Bänder, deren Länge die Höhe überwiegt und besteht aus 5 - 19 übereinander liegenden Zellreihen, häufiger aus mehr als 5. Die Lagerung der Palissadenzellen kann eine verschiedene sein:

a Bloss an beiden Rändern des Markstrahls liegen Palissadenzellen, und zwar entweder nur eine Reihe von ihnen oder bis vier Reihen.

b. Palissadenzellen liegen aussen und eine Reihe von ihnen in der Mitte eines Markstrahls.

c. Aussen wie auch innen sind mehrere Reihen von Palissadenzellen übereinander gelagert.

Die Palissadenzellen grenzen meist mit geraden Querwänden aneinander, während diese bei den Mittelzellen häufig etwas gekrümmt sind. In ihrem Verlauf grenzen die Markstrahlen an alle andern Elemente.

2. Gefässe. - Die Gefässe grenzen direkt aneinander oder sind nur durch wenige Zellen voneinander getrennt, zahlreicher als auf dem Tangentialschnitt.

3. Libriform. - Es ist sehr regelmässig mit parallel verlaufenden Wänden angeordnet und bildet das Grundge webe, in dem die anderen Elemente eingebettet liegen.

4. Holzparenchym. - Dieses ist zu Strangparenchym vereinigt. - Sehr selten vorhanden.

SALIX ALBA.

Splint gelblich, Kern schwarz-braun oder dunkelrot. Markflecken vorhanden

I. Ausbildung der Elemente.

Folgende Elemente kommen sichtbar vor:

A <u>Auf dem Querschnitt</u>: 1. Markstrahlparenchym, 2. Gefässe, 3. Libriform

B. <u>Auf dem Tangentialschnitt</u>: 1. Markstrahlparenchym, 2. Gefässe mit Hoftüpfeln, 3. Libriform, 4. Parenchymfasern

C. <u>Auf dem Radialschnitt</u>: 1. Markstrahlparenchym, 2. Gefässe mit Hoftüpfeln, 3. Libriform mit schiefen Spaltentüpfeln.

<u>Durch Mazeration isolierte Organe</u>: 1. Markstrahlparenchym - Palissaden- und Mittelzellen. 2. Gefässe mit Hoftüpfeln. 3. Libriform mit schiefen Spaltentüpfeln. 4. Parenchymfasern. - Mazerierte Organe siehe Tafel VI, Seite 88

Bild bei Mazeration.

Am zahlreichsten sind die Libriformzellen: lange und kürzere, an den Enden stark zugespitzte Elemente mit kleinen, schiefen Spaltentüpfeln. Es folgen der Zahl nach die Markstrahlzellen, Mittelzellen und Plissadenzellen mit und ohne Tüpfel, - sodann die Gefässe, von denen lang gestreckte schmale und kurze, gedrungene gleich häufig vorkommen; letztere lassen sich jedoch leichter isolieren. Selten findet sich eine Parenchymfaser mit getüpfelter Wand; Holzparenchym zu isolieren ist mir nicht gelungen.

A. Querschnitt.

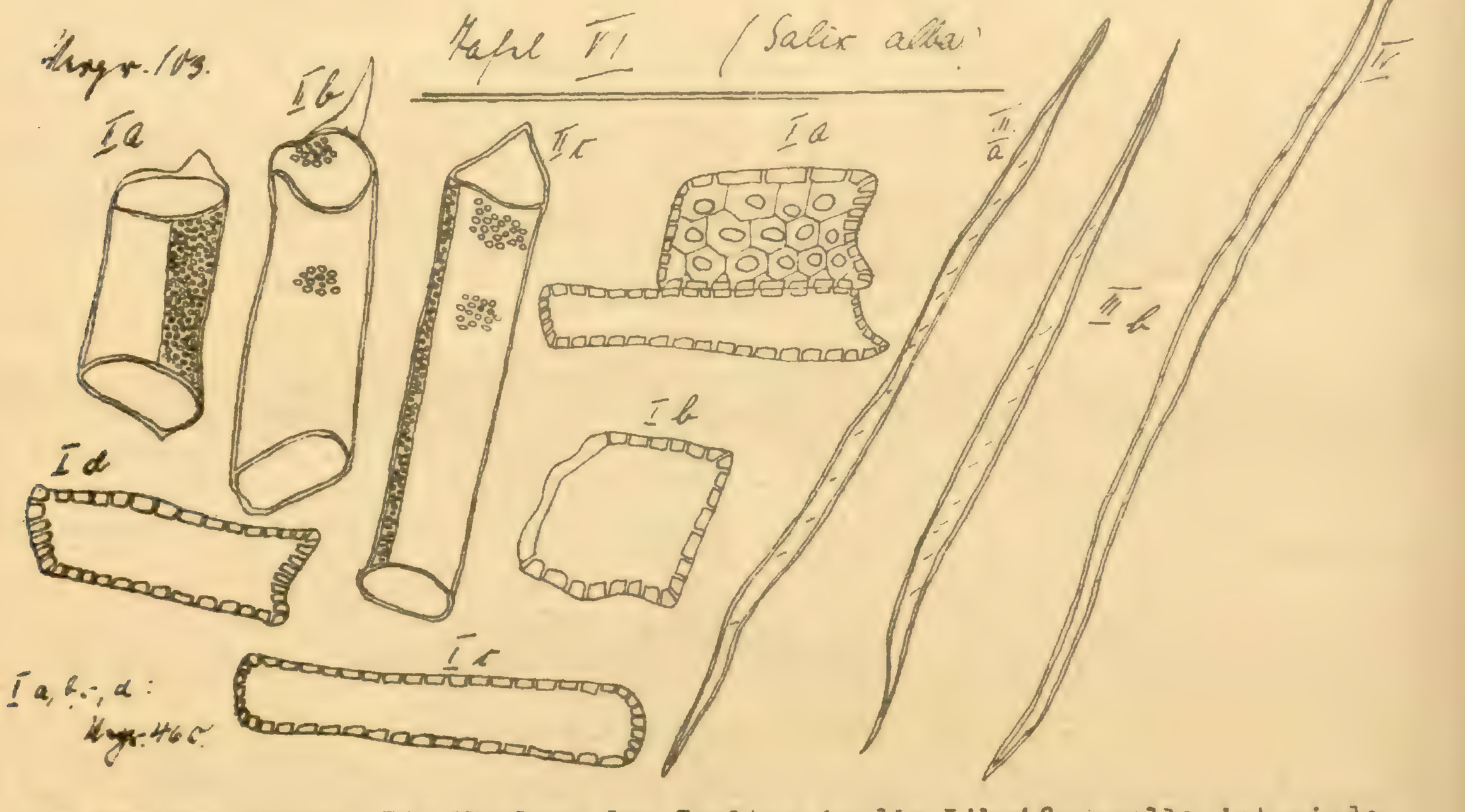
F r ü h h o l z - 1. Markstrahlen. - Die Markstrahlen sind oft deutlich erkennbar, da die lang gestreckten Elemente vorherrschen, welche sich von dem angrenzenden Libriform abheben; seltener sind kurze, breite Markstrahlzellen, die sich durch ihre Höfe nicht bedeutend von den Libriformzellen unterscheiden. Über ihre Ausmessungen gibt die Tabelle auf Seite 88 Auskunft

a An den langen Markstrahlzellen treten kleine, runde Tüpfel, regelmässig parallel zur Längswand angeordnet, auf Durchmesser: 1,5 - 2,5 Mikr.

b An Gefässe angrenzend bilden die kurzen Markstrahl-Elemente Hoftüpfel aus, bei welchen Hof und Kanal sich nur wenig voneinander unterscheiden. Der von der Gefässwand gebildete Kanal ist aber etwas breiter als der von der Markstrahlzellwand gebildete:

Öffnung des Kanals nach dem Markstrahl: 7,2 Mikr. ; 6,3 Mikr.
" " " " " Gefäss: 9,0 " ; 8,1 "

c. Zwischen Markstrahl und Libriform werden Spaltentüpfel gebildet, welche sich, wo sie zusammentreffen, zu einem kleinen Hof erweitern, der sich nur wenig



von den Spalten abhebt. Die Mündung des Spaltes in die Libriformzelle ist mindestens ebenso weit wie der Hof: Grösse des Hofes 0,9 zu 0,9 Mikr., des Spaltes 0,6 Mikr., der Mündung 0,9 Mikr. - Die Tüpfel finden sich sowohl an langen wie an

Lange Markstrahlzellen		Kurze Markstrahlzellen		Angrenzendes Libriform	
Höhe	Breite	Höhe	Breite	Höhe	Breite
87 Mikr.	9 Mikr.	15 Mikr.	7,5 Mikr.	24 Mikr.	7,5 Mikr.
57 "	15 "	13,5 "	6 "	16,5 "	12 "
48 "	13,5 "	18 "	4,5 "	21 "	7,5 "

kurzen Markstrahlelementen, sind jedoch nicht häufig.

2. Gefässe. - Die Grösse der Gefässe nimmt nach dem Spätholz zu ab, es besteht aber kein so grosser Unterschied zwischen ersten und letzten Gefässen im Frühholz wie bei Salix Caprea. Die Tabelle auf Seite 89 gibt über die Ausmessungen Auskunft.

An Tüpfeln werden folgende Arten ausgebildet: a. zwischen Gefässen zweiseitige Hoftüpfel, dren Hof elliptisch erscheint:

Hof: 6 Mikr. lang, 3 Mikr. breit; Spalt sehr schmal
7,6 " " 3 " " " " "

b. Hoftüpfel zwischen Gefäss und Markstrahlen;
c. Spaltentüpfel zwischen Gefäss und Libriform selten.

3. Libriform. - Die 3 Schichten der Wand: Mittellamelle, sekundäre Schicht, Grenzhäutchen sind deutlich erkennbar; wo mehrere Zellen aneinander stossen, bildet auch hier die Mittellamelle dreieckige Zwickel, bisweilen entstehen dort auch

Interzellularen. Zwischen angrenzenden Libriformfasern werden häufig Spalt-Hoftüpfel ausgebildet, und zwar von den Radialwänden: Länge eines Spaltes: 4,5 - 6 Mikr Grösse des Hofes: 2,25 zu 2,25 Mikr.

S p ä t h o l z . Jahrringgrenze deutlich erkennbar.

1. Markstrahlen. - Eine Markstrahlzelle des Frühholzes geht meist durch das Spätholz hindurch, oben und unten mit ihren Nachbar-Markstrahlzellen durch einfach

Letzte Gefässe		Erste Gefässe im Frühjahr	
Höhe	Breite	Höhe	Breite
104 Mikr.	58,5 Mikr.	104 Mikr.	78 Mikr
97,5 "	65 "	117 "	84,5 "
65 "	58,5 "	45 "	39 "
78 "	65 "	108 "	60 "
58,5 "	52 "		
39 "	39 "		

perforierte Querwände kommunizierend. Sowohl die kleinen, runden Tüpfel parallel den Längswänden als auch Spaltentüpfel mit angrenzenden Libriform treten auf

2 Gefässe - Die Gefässe sind radial abgeplattet, sodass ihre tangentiale Streckung überwiegt:

Länge. 33 Mikr.; 21 Mikr.; 36 Mikr.; 42 Mikr.
Höhe: 4,5 ". 7,5 " 6 " 12 "

Wo zwei Gefässe aneinander grenzen, bildet die gemeinsame Wand zweiseitige Spaltentüpfel aus.

3. Libriform - Die Elemente sind der Grösse nach verschieden, meistens sind sie tangential gestreckt; seltener rund und sehr klein.

Länge: 36 Mikr.; 30 Mikr.; 18 Mikr.; 13,5 Mikr.; 3 Mikr.; 12 Mikr.
Breite: 6 " 4,5 " 6 " 18 " 3 " 6,7 "

Wo zwei Zellen seitlich aneinander grenzen, können Spaltentüpfel gebildet werden, wie im Frühholz. Im Spätholz sind die Zellen inhaltsreicher als im Frühholz

B. Tangentialschnitt.

1. Markstrahlen. - Die Markstrahlen bestehen aus Palissaden - und Mittelzellen.

Ein Markstrahl		Randpalissaden		Mittelpalissaden	
Höhe	Breite	Höhe	Breite	Höhe	Breite
48 Mikr.	6,7 Mikr.	33 Mikr.	7,5 Mikr	30 Mikr.	9 Mikr
12 "	7,5 "	54 "	9 "	30 "	6 "
30 "	12 "	45 "	10,5 "	33 "	6 "
15 "	6 "	24 "	10,5 "	36 "	6 "
30 "	5,25 "	42 "	13,5 "	30 "	5,25 "
18 "	6 "	48 "	6,7 "	30 "	12 "
30 "	6 "	30 "	6 "		

Die am Rande eines Markstrahls und in dessen Mitte gelegenen Palissadenzellen weichen also in ihrer Grösse kaum voneinander ab.

Wo zwei Markstrahlzellen aneinander grenzen, werden Interzellular-Räume ausgebildet, deren Höhe durchschnittlich 3 Mikr beträgt

Es werden folgende Tüpfel ausgebildet:

a. Sowohl in Palissaden- als auch in Mittelzellen: kleine, runde Tüpfel, jedoch selten

b. Zwischen zwei übereinander liegenden Markstrahlzellen Spaltentüpfel, die, in die Interzellular-Räume einmündend, zu einander gekreuzt sind (siehe Fig. 20).

c. Zwischen Markstrahl und Gefäss: zweiseitige Hoftüpfel, und zwar bloss dort, wo Palissadenzellen an ein Gefäss angrenzen (siehe Fig 12a).

2. Gefässe. - Es sind Gefässe mit Hoftüpfeln vorhanden, deren Hof rhombisch begrenzt, Spalt elliptisch erscheint. Die Breite eines Gefässes beträgt: 75 Mikr, 54 Mikr.; 45 Mikr.

3. Libriform. - Die Libriformfasern besitzen eine durchschnittliche Breite von 12 - 15 Mikr. und sind in der Nähe der Zellgänge mit Stärkekörnern erfüllt.

4. Parenchymfasern - Diese sind langgestreckt mit stark verjüngten Enden u. getüpfelter Wand, sich bloss durch Wand- und Spaltentüpfel von echtem Libriform unterscheidend.

C. Radialschnitt.

1- Markstrahlen - Diese bestehen aus langen, schmalen Mittelzellen und hohen Palissadenzellen, welche sich ausserordentlich leicht dadurch unterscheiden lassen, dass bloss letztere an Gefässe angrenzend Hoftüpfel ausgebildet haben.

Palissadenzellen		Mittelzellen	
Höhe	Länge	Höhe	Länge
30 Mikr.	60 Mikr.	15 Mikr.	120 Mikr.
33 "	60 "	15 "	156 "
24 "	54 "	18 "	120 "
24 "	36 "	18 "	150 "

Am breitesten sind die ganz am Rande eines Markstrahls liegenden Zellen, z B. 54 Mikr. hoch; 24 Mikr. lang. -- 52 Mikr. hoch, 52 Mikr. lang. Die in der Tabelle angegebenen Masse gelten mehr für in der Mitte eines Markstrahls gelegene Palissadenzellen.

Alle Elemente eines Markstrahls stehen durch getüpfelte Radialwände miteinander in Verbindung, und zwar ist solch ein Spalt höchstens 1,8 Mikr. breit, meist schmäler. Der Zwischenraum zwischen 2 Tüpfeln beträgt 3,6 - 7,2 Mikr Auch die Querwände sind mit Tüpfeln versehen, für welche dieselben Masse gelten wie für die der Längswände. Die Tüpfel der Radialwände zielen meist auf Interzellularen zwischen 2 Markstrahlzellen hin, woraus sich ihre regelmässige Anordnung auf dem Querschnitt in längs verlaufenden Reihen erklärt.

Die zwischen Palissadenzellen und Gefässen gebildeten Hoftüpfel haben folgende Masse:

Breite: 9 Mikr ; 9 Mikr ; 9 Mikr.; 9 Mikr.; 12 Mikr.
Höhe: 6 " 6 " 5,25 " 6,75 " 6 "

2. Gefässe - Die Gefässe besitzen Hoftüpfel, deren Hof rhombisch begrenzt, Spalt elliptisch erscheint, und die lückenlos aneinander grenzen

Hof		Spalt	
Höhe	Breite	Höhe	Breite
7,5 Mikr.	9 Mikr.	1,5 Mikr.	3,7 Mikr.
7,5 "	10,5 "	1,5 "	3,7 "

3. Libriform. - Die Breite der Libriformzellen beträgt 15 - 18 Mikr. Die Zellen weisen schräge Spaltentüpfel auf von einer durchschnittlichen Länge von 3 Mikr, die sich in der Mitte zu einem kreisrunden Hof von 1,5 Mikr. mal 1,5 Mikr. erweitern. Die Tüpfel sind bisweilen gekreuzt. In Gefässen und Libriform tritt häufig Inhalt auf in Form von Stärkekörnern

II. Lagerung der Elemente.

A. Querschnitt.

F r ü h h o l z . - 1. Markstrahlen. Diese sind stets einreihig und mindestens durch 2, höchstens 8, meist durch 4 Zellzüge voneinander getrennt.

2 Gefässe. - Die ersten Gefässe im Frühholz liegen häufig isoliert - zwischen 2 Markstrahlen oder auch zwischen Markstrahl und Libriform - können aber auch radial und tangential aneinander gelagert sein Mit zunehmender Ausbildung des Frühholzes nimmt die Tendenz zur Aneinanderlagerung zu, es sind Komplexe von 2 - 5 Gefässen möglich, besonders direkt an der Herbstholzgrenze. Die Kombinierung mehrerer Gefässe tritt jedoch hinter der Isolierung zurück, welche entschieden vorherrscht.

3. Libriform. - Wo die Region zwischen 2 Markstrahlen schmal ist, schiebt sich zwischen die normalen Libriformzellen eine Reihe kleinerer, häufig dreieckiger Elemente ein. An die Markstrahlen angrenzend ist das Libriform regelmässig gelagert, sodass die Querwände parallel verlaufen, während sie sonst spitze Winkel bilden.

S p ä t h o l z . - Besteht aus 2, höchstens 3 übereinander liegenden Zellreihen.

1. Gefässe. - Die Gefässe stehen stets mit solchen des alten oder neuen Frühholzes in Verbindung, nie jedoch grenzen 2 Gefässe seitlich aneinander; entweder grenzt ein Gefäss an einen Markstrahl und Libriform oder es liegt im Libriform eingebettet

2 Libriform. - Das Libriform ist regelmässig mit gerade aneinander stossenden Querwänden gelagert, auch dadurch sowie durch die tangentiale Streckung sich als Jahrringsgrenze markierend.

B. Tangentialschnitt.

1. Markstrahlen. - Die Markstrahlen sind einreihig, doch können in einzelnen Fällen an einer Stelle des Markstrahls 2 Zellen nebeneinander liegen, während oben und unten je eine Zelle angrenzt (siehe Fig. 22). Ein Markstrahl setzt sich aus 3 - 13 Zellen zusammen, Palissaden- und Mittelzellen, welche wie folgt gelagert sein können:

a. Ein Markstrahl (dann ein kurzer) besteht bloss aus Palissadenzellen, Mittelzellen fehlen.

b Es sind Palissaden- und Mittelzellen in einem Markstrahl vorhanden, erstere liegen entweder bloss an den Enden oder auch in der Mitte, bisweilen auch zu mehreren, dann jedoch nicht aneinander grenzend, sondern durch Mittelzellen getrennt. - An beiden Enden sind die Markstrahlen von Libriform umschlossen, seitlich grenzen sie an Gefässe oder Libriform.

2. Gefässe, - Die einzelnen Gefässglieder stehen durch einfache Perforationen miteinander in Verbindung Gefässe sind zahlreich vertreten, häufig bloss durch 2 - 3 Zellreihen voneinander getrennt.

3. Libriform und 4. Parenchymfasern. - In der Lagerung besteht zwischen beiden kein Unterschied, sie bilden die Hauptmasse der Elemente und bedingen deren Schutz. In der gleichen Höhe betrachtet umschliesst jede 2. bis 3. Faserzelle einen Markstrahl

C. Radialschnitt.

1 Markstrahlen - Die Markstrahlen bilden breite, quer verlaufende Bänder von durchschnittlich 12 - 14 übereinander liegenden Zellreihen, deren Länge die Höhe überwiegt Auch hier ist die Lagerung der Palissadenzellen eine verschiedene: entweder liegen sie nur am Rande in einer oder in mehreren Zellreihen, oder es finden sich am Rand und in der Mitte Palissadenzellen, in letzterem Falle direkt aneinander grenzend oder durch Mittelzellen voneinander getrennt.

Die Palissadenzellen stossen meist mit geraden Wänden aneinander, während die Querwände der Mittelzellen häufig sich in das Zellumen hinein wölben.

2. Gefässe - Gefässe sind zahlreich, auf einem Schnitt von 1300 Mikr kommen z B. 10 Gefässe vor Diese können gelagert sein: a. zu zweien nebeneinander.

b. in unmittelbarer Nähe, nur durch wenige Libriformzellen getrennt; c. durch breitere Libriformkomplexe, bis 6 Zellen umfassend, getrennt.

SALIX FRAGILIS.

Holz gelblich-weiss, ohne Kern. Zellgänge fehlen.

I. Ausbildung der Elemente.

Folgende Elemente kommen sichtbar vor:

A. Auf dem Querschnitt: 1. Markstrahlparenchym; 2. Gefässe; 3. Libriform.

B. Auf dem Tangentialschnitt: 1. Markstrahlparenchym, Palissaden- und Mittelzellen; 2. Gefässe mit Hoftüpfeln; 3. Libriformfasern; 4. Parenchymfasern; 5. Holzparenchym; 6. Ersatzfasern.

C. Auf dem Radialschnitt: 1. Markstrahlparenchym; 2. Gefässe mit Hoftüpfeln; 3. Libriform mit schiefen Spaltentüpfeln.

Durch Maceration isolierte Organe: 1. Markstrahlparenchym, Palissaden- und Mittelzellen; 2. Gefässe mit Hoftüpfeln; 3. Libriform mit schiefen Spaltentüpfeln; 4. Parenchymfasern

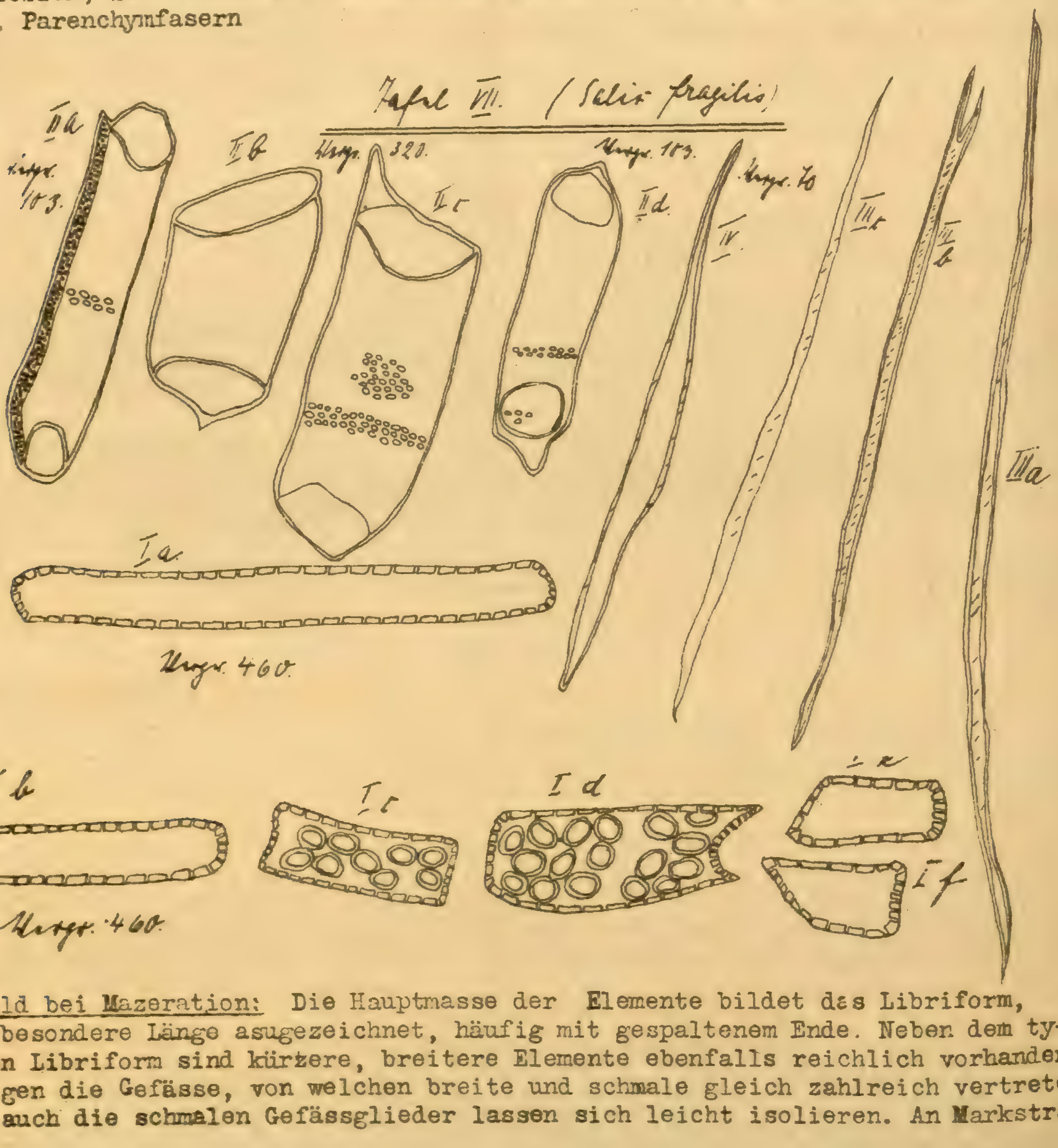


Bild bei Mazeration: Die Hauptmasse der Elemente bildet das Libriform, durch besondere Länge ausgezeichnet, häufig mit gespaltenem Ende. Neben dem typischen Libriform sind kürzere, breitere Elemente ebenfalls reichlich vorhanden. Es folgen die Gefässe, von welchen breite und schmale gleich zahlreich vertreten sind; auch die schmalen Gefässglieder lassen sich leicht isolieren. An Markstrahl-

zellen sind die breiten Elemente äusserst selten, dagegen die schmal-gestreckten in grosser Zahl vorhanden

A Querschnitt.

F r ü h h o l z - 1. Markstrahlen. - Die Markstrahlen sind stets deutlich von angrenzendem Libriform unterscheidbar, da sie relativ schmal sind und sich nur selten über das Normalmasse hinaus erweitern. Die Zellen sind meist ausserordentlich lang, an Gefässe angrenzend sind sie kürzer und bilden mit der Gefässwand Tüpfel

Lange Markstrahlzellen				Kürzere Elemente			
Länge		Breite		Länge		Breite	
195	Mikr.	4,5	Mikr.	60	Mikr.	4,5	Mikr.
105	"	6	"	45	"	6	"
315	"	4,5	"	45	"	4,5	"
150	"	6	"	75	"	6	"
				48	"	6	"
				39	"	4,5	"

Kürzere und lange Zellen stehen durch meist schräge, perforierte Querwände miteinander in Verbindung.

a. Beide Arten von Markstrahlzellen können kreisrunde, in 2 Längsreihen angeordnete Tüpfel mit einem Durchmesser von höchstens 3 Mikr. besitzen.

b. Zwischen kurzen Markstrahlelementen und Gefässen werden zweiseitige Hoftüpfel ausgebildet (siehe Fig. 12a), deren Kanal nach dem Gefäss zu eine weitere Mündung besitzt als nach dem Markstrahl:

Kanal (Markstrahl): 9 Mikr., 7,5 Mikr
" (Gefäss): 10,5 " ; 9 "

Hof und Kanal sind nur wenig voneinander verschieden

c. Zwischen Markstrahl und Libriform werden Spaltentüpfel gebildet, deren Erweiterung in der Mitte 0,9 zu 0,9 Mikr. beträgt und bei welchen die Mündung des Spaltes in das Zellumen mindestens ebenso weit wie der Hof ist

2. Gefässe. - Die Grösse der Gefässe nimmt nach der Jahresringgrenze plötzlich ab, während die ersten Gefässe im Frühholz eine beträchtliche Grösse erreichen und zwar mehr tangential als radial gestreckt sind (vergl. Tabelle 1 auf Seite 94)

Folgende Tüpfel werden ausgebildet:

a. Hoftüpfel zwischen zwei Gefässen, der Spalt ist deutlich vom Hof zu unterscheiden: Breite des Spaltes: 3,6 Mikr.; 3,6 Mikr.
" " Hofes: 8,1 " 7,2 "

Der Hof ist elliptisch, in seiner Mitte ist die Schliesshaut ausgespannt.

b. Hoftüpfel zwischen Gefäss und Markstrahl.

c. Spaltentüpfel zwischen Gefäss und Libriform, selten

3 Libriform - Es sind grössere und kleinere Elemente vorhanden:

Grössere Libriformzellen				Kleinere Libriformzellen			
Höhe		Breite		Höhe		Breite	
30	Mikr	18	Mikr	3	Mikr	12	Mikr
12	"	21	"	7,5	"	9	"
21	"	15	"	3	"	3,75	"

Die Schichtung der Wand ist deutlich sichtbar, die Mittellamelle verdickt sich auch hier zu dreieckigen Zwickeln, wo mehrere Zellen zusammenstossen, bisweilen

werden dort auch dreiseitige Interzellular-Räume gebildet. An Längs- und Querwänden werden Spaltentüfel ausgebildet, deren Hof 0,6 x 0,6 Mikr. gross ist und deren schmaler Spalt eine Mündung von ebenfalls 0,6 Mikr. aufweist.

S p ä t h o l z . - 1. Markstrahlen. - Die Markstrahlen erweitern sich etwas im Spätholz, ihre Zellen stehen durch perforierte Querwände mit den Markstrahlzellen des angrenzenden Frühholzes in Verbindung. Auch hier bilden die Zellen des

Gefässe sich dem Spätholz nähernd				Erste Gefässe im Frühholz			
Höhe		Breite		Höhe		Breite	
104	Mikr.	71,5	Mikr.	91	Mikr.	65	Mikr.
(c.2) 169	"	84,5	"	143	"	78	"
130	"	65	"	(c.2)156	"	78	"
(c.2) 169	"	78	"	(c.3)182	"	104	"
104	"	71,5	"	130	"	65	"
39	"	32,5	"	(c.3)286	"	71,5	"
(c.4) 104	"	52; 26	"	143	"	91	"
27	"	12	"	(c.3)299	"	91	"

Markstrahls mit dem benachbarten Libriform Spaltentüpfel, mit Gefässen jedoch keine Hoftüpfel.

2. Gefässe. - Sie nähern sich in ihrer Ausbildung dem Libriform, da ihre tangentiale Streckung die Höhe überwiegt:- Breite: 15 Mikr., Höhe 6 Mikr. -. Ein Gefäss des Spätholzes steht meist mit einem solchen des Frühholzes durch zweiseitige Hoftüpfel in Verbindung.

3. Libriform. - Charakteristisch ist die starke Abplattung der Elemente, von welchen kleinere und grössere zur Ausbildung gelangen:

Grössere Elemente				Kleinere Elemente			
Höhe		Länge		Höhe		Länge	
3	Mikr.	21	Mikr.	7,5	Mikr.	7,5	Mikr.
3,75	"	18	"	6	"	3,75	"
6	"	18	"	3,75	"	3	"

Sowohl Längs- wie Querwände zeigen Spaltentüpfel, gerade und gekreuzte, mit in der Mitte gelegenem Hof. Wanddicke bis 4,5 Mikr. stark.

Bei der Untersuchung von frischem Material von Salix fragilis fand ich alles bestätigt bis auf die Grösse der kurzen Markstrahlen, die etwas weitlumiger waren: Länge: 13,5 Mikr.: 69 Mikr.; 21 Mikr.
Breite: 12 " : 9 " 9 "

B. Tangentialschnitt.

1. Markstrahlen. - Es besteht kein so scharfer Unterschied zwischen der Länge der Palissaden- und Mittelzellen wie bei den anderen Weiden, und auch die Palissadenzellen des Randes unterscheiden sich kaum von denjenigen der Mitte eines Markstrahls.(vergl. Tabelle auf der folgenden Seite).

Zwischen 2 übereinander liegenden Markstrahlzellen werden dreiseitige Interzellular-Räume ausgebildet, welche auch zwischen Mittel-und Palissadenzellen sichtbar sind. Zum Vergleich hierzu: KNY (4).

Folgende Tüpfel treten auf: a. Im Lumen der Palissaden- wie auch der Mittelzellen kreisrunde Tüpfel mit einem Durchmesser von höchstens 1,35 Mikr., ziemlich häufig.

b Zwischen 2 Markstrahlzellen gekreuzte Spaltentüpfel, in die Interzellularen

einmündend, deren Spalt eine Länge von 3,25 Mikr , deren Hof einen Umfang von 1,35 x 1,35 Mikr. besitzt

c. Zwischen Palissadenzellen, sowohl den am Rande wie auch in der Mitte eines

Rand-Palissaden		Mittel-Palissaden		Mittelzellen	
Höhe	Breite	Höhe	Breite	Höhe	Breite
21 Mikr.	9 Mikr.	42 Mikr.	9 Mikr	12,75 Mikr.	6,75 Mikr.
24 "	6 "	24 "	7,5 "	15 "	9 "
27 "	6 "	27 "	9,75 "	13,5 "	10,5 "
36 "	6 "			12 "	6 "
30 "	6 "			13,5 "	9,75 "

Markstrahle liegenden, und Gefässen: Hoftüpfel.

2. Gefässe. - Die Gefässe besitzen Hoftüpfel mit rhombischem Hof, elliptischem Spalt; zwischen Gefäss und Libriform treten vereinzelt Spaltentüpfel mit Hof auf.

3. Libriform. - Die echten Libriformfasern weisen kleine, schräge Spaltentüpfel auf und sind bisweilen gefächert.

4. Parenchymfasern. - Diese haben getüpfelte Wände. Dort, wo zwei Spalten sich treffen, erweitern sie sich zu einem Hof, ohne sich zu kreuzen; die Mündung des Spaltes in das Zellumen ist meist grösser als der Hof:

Breite des Hofes:	1,35 Mikr.;	1,35 Mikr.
" der Mündung:	2,7 "	1,8 "

5. Holzparenchym. - Es tritt in Form von Strangparenchym auf, das sich aus rechteckigen Zellen zusammensetzt:

Länge:	84 Mikr.;	48 Mikr.;	48 Mikr.
Breite:	18 "	12 "	15 "

Sowohl Quer- wie Längswände sind perforiert, und zwar bilden letztere an Gefässe, Markstrahlen und Libriform angrenzend dieselben Hoftüpfel aus, deren Kanal spaltenförmig und Hof klein ist, einen Durchmesser von 1,35 Mikr. besitzt.

6. Ersatzfasern (?). - Diese bestehen aus mehreren rechteckigen Parenchymzellen, deren Randzellen zugespitzte Enden besitzen:

Endzelle		2. Zelle		3. Zelle (Endzelle)	
Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite
72 Mikr.	3,6 Mikr. Basis 10,6 Mikr.	57,6 Mikr.	6,30 Mikr.	54 Mikr.	9 Mikr. Spitze 3,6 Mikr

Die Zellen besitzen getüpfelte Wände und im Lumen elliptische Tüpfel.

C. Radialschnitt.

1. Markstrahlen. - Bestehen aus sehr langen, schmalen Mittelzellen und höheren Palissadenzellen (Masse auf Tabelle der Seite 96).

Sowonl zwischen Mittelzellen als auch zwischen Palissaden- und Mittelzellen sind die trennenden Längswände perforiert, und zwar ist ein Spalt nicht breiter als 2,7 Mikr., meist 1,8 Mikr. breit Auch die Querwände sind mit Spalten versehen, welche enger sind als die der Längswände; sie stehen dicht gedrängt, auf eine Wand von 14,8 Mikr Länge kommem 6 Spalten Die zwischen Pallssadenzellen und Gefässen gebildeten Hoftüpfel besitzen folgende Ausdehnung

Breite	12 Mikr.;	9 Mikr ;	9 Mikr
Höhe:	6 "	6 "	5,25 "

2. Gefässe. - Die Gefässe besitzen Hoftüpfel, deren Hof rhombisch, Spalt elliptisch erscheint Hof: 12 x 12 Mikr.; Spalt 3 - 4,5 Mikr. breit, 1,5 Mikr. hoch.

3. Libriform. - Schmalere oder breitere Elemente:

Breite: 9 Mikr.; 24 Mikr.; 27 Mikr.; 12 Mikr.; 18 Mikr.; 17,5 Mikr.

Die schrägen Spaltentüpfel besitzen eine durchschnittliche Länge von 4,5 - 6 Mikr. In allen Elementen: Markstrahlen, Gefässen und Libriform treten als Inhalt Stärkekörner auf.

Palissadenzellen		Mittelzellen	
Höhe	Länge	Höhe	Länge
24 Mikr.	45 Mikr.	12 Mikr.	150 Mikr.
21 "	66 "	12 "	120 "
21 "	75 "	12 "	96 "
27 "	36 "	15 "	105 "

II. Lagerung der Elemente.

A. Querschnitt.

F r ü h h o l z . - 1. Markstrahlen. - Die Markstrahlen sind stets einreihig, mindestens durch 2, höchstens durch 7 Zellzüge voneinander getrennt.

2. Gefässe. - Die ersten Gefässe im Frühholz sind meist isoliert, doch können sie auch zu Komplexen vereinigt sein. Mit fortschreitender Ausbildung des Frühholzes nimmt die Tendenz zur Aneinanderlagerung der Gefässe zu, um an der Spätholzgrenze ihr Maximum zu erreichen. Meistens sind bloss 2 Gefässe radial oder tangential aneinander gelagert, doch sind Komplexe von 2 - 8 Gefässen möglich.

3. Libriform. - Die grösseren Elemente sind ziemlich regelmässig angeordnet, besonders in der Nähe der Markstrahlen, während sich die kleinen Libriformzellen überall da einschieben, wo Lücken sind.

S p ä t h o l z - Eine schmale Zone aus 2, höchstens 3 Zellreihen bildend.

1. Die Markstrahlen gehen in ihrer Lagerung unverändert durch das Spätholz hindurch.

2. Gefässe. - Die Gefässe stehen mit solchen des Frühholzes in Verbindung, ein Gefäss des letzteren kann sich sogar im Spätholz fortsetzen. Seitlich grenzen nie 2 Gefässe aneinander, sondern sie sind stets durch Markstrahl und Libriform getrennt.

3. Libriform. - Dieses ist im wesentlichen regelmässig angeordnet, auch die nicht tangential gestreckten, kleineren Elemente, sodass sich das Spätholz deutlich vom umgebenden Frühholz absetzt.

B. Tangentialschnitt.

1. Markstrahlen. - Diese bestehen aus 3 - 12 übereinander liegenden Zellen und sind einreihig, innerhalb eines Markstrahls können 2 Zellen nebeneinander liegen, an die sich aber oben und unten je eine Zelle anschliesst. Die Palissadenzellen sind folgendermassen gelagert:

a. Nur an den Enden eines Markstrahls, einzeln oder zu zweien übereinander;

b. sowohl an den Enden als in der Mitte eines Markstrahls, in letzterem Falle stets vereinzelt, nie zu 2 übereinander in der Mitte liegend

2. Gefässe. - Die Gefässglieder stehen durch einfache Perforation miteinander in Verbindung Seitlich grenzen 2 Gefässe selten aneinander, sind meist durch mehr oder minder zahlreiche Zellreihen voneinander getrennt - auf einen Schnitt von 360 Mikr Länge kommen z.B. 3 Gefässe, doch ist die Lagerung sehr unregelmässig.

3. Libriform. - Jede zweite bis dritte, höchstens fünfte Libriformfaser umschliesst einen Markstrahl.

4. Holzparenchym. - Es ist nicht auf allen Schnitten vorhanden, kommt also

wohl nur in bestimmten Regionen vor. Die einzelnen Zellen sind mit annähernd parallel verlaufenden Querwänden zu Strangparenchym vereinigt. Dieses grenzt entweder an Markstrahlen und Gefässe oder es legen sich mehrere Parenchymzüge nebeneinander. Holzparenchym und Markstrahlen bilden also ein zusammenhängendes System.

C. Radialschnitt.

1. Markstrahlen. - Sie bilden aus mehreren Zellreihen bestehende breite Bänder, deren Länge die Höhe überwiegt. Bei einem schmalen Markstrahl liegen Palissadenzellen nur an den Rändern, sonst auch in der Mitte eines Markstrahls, jedoch seltener.

2. Gefässe. - Seitlich können 3 - 4 Gefässe aneinander gelagert sein - dann kann aber eine Zone von 20 Libriformzellen folgen, ohne dass ein Gefäss auftritt. Die Lagerung ist also eine unregelmässige.

3. Libriform. - Das Libriform ist regelmässig mit annähernd parallel verlaufenden Wänden angeordnet und bildet die Hauptmasse der Elemente.

SALIX PENTANDRA.

Holz hellbelb, ohne Kern. Zellgänge fehlen.

I. Ausbildung der Elemente.

Folgende Elemente kommen sichtbar vor:

A. Auf dem Querschnitt: Markstrahlparenchym; 2. Gefässe; 3. Libriform.

B. Auf dem Tengentialschnitt: 1. Markstrahlparenchym, Palissaden- und Mittelzellen; 2. Gefässe mit Hoftüpfeln; 3. Libriform; 4. Parenchymfasern

C Auf dem Radialschnitt: Markstrahlparenchym, Palissaden- und Mittelzellen; 2. Gefässe mit Hoftüpfeln; 3. Libriform

Durch Mazeration isolierte Organe: 1. Markstrahlparenchym, Palissaden- und Mittelzellen; 2. Gefässe mit Hoftüpfeln; 3. Libriformfasern mit Spaltentüpfeln; 4. Parenchymfasern. - Mazerierte Organe siehe Tafel VIII, Seite 98.

Bild bei Mazeration.

Die Hauptmasse der Elemente bilden längereund kürzere Libriformfasern, erstere vorherrschend; Faserzellen mit gespa ltenen Enden sind nicht vorhanden. Der Zahl nach folgen die Markstrahlzellen, die Mittelzellen gegenüber den Palissadenzellen überwiegend. Gefässe sind ebenfalls recht zahlreich, hauptsächlich schmalere, gestreckte. Holzparenchym zu isolieren ist mir nicht gelungen.

A. Querschnitt.

F r ü h h o l z . - 1. Markstrahlen. - Die Markstrahlen bestehen aus langen. gestreckten und kürzeren, breiten Zellen.

Lange Zellen		Kurze Zellen	
Länge	Breite	Länge	Breite
75 Mikr	4,5 Mikr	21 Mikr.	6 Mikr
60 "	4,5 "	19,5 "	6 "
108 "	4 "	24 "	7,5 "
60 "	5,25 "	18 "	7,5 "
114 "	4 "	30 "	6 "

a. Sowohl an langen wie auch an kurzen, breiten Zellen treten im Lumen runde Tüpfel mit einem Durchmesser von 1,5 - 2 Mikr. auf.

b. Die kurzen Markstrahlzellen bilden mit Gefässen Hoftüpfel aus, deren Kanal nach dem Gefäss hin etwas weiter ist als derjenige nach dem Markstrahl hin.

Weite des Kanals nach dem Markstrahl hin: 4,5 - 5,25 Mikr
" " " " " Gefäss " 6 Mikr.

Hof und Kanal unterscheiden sich nur wenig voneinander.

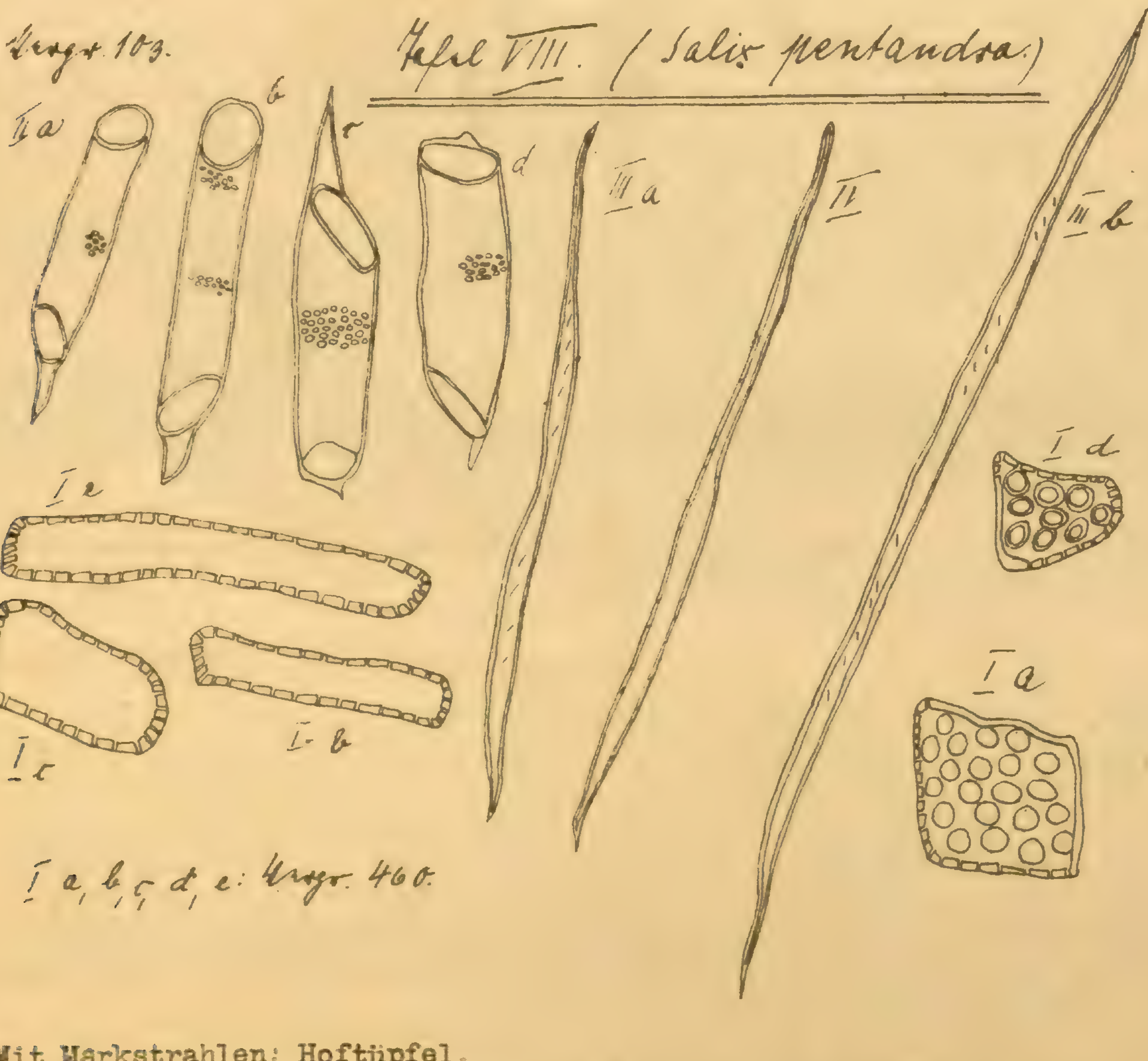
c. Zwischen Markstrahl und Libriform, und zwar häufiger an breiten Elementen eines Markstrahls als an schmalen, werden Spalten-Hoftüpfel ausgebildet, deren Spalt ungefähr 0,6 mikr. breit ist und deren Hof einen Durchmesser von 0,9 Mikr. besitzt.

2. Gefässe. - Die ersten Gefässe im Frühholz weisen eine beträchtliche Grösse auf im Verhältnis zu der Weite der letzten Gefässe - es findet jedoch keine allmählige Grössenabnahme der Gefässe nach dem Spätholz hin statt, sondern ziemlich plötzlich werden an der Grenze selbst kleinere Gefässe gebildet.

Letzte Gefässe		Erste Gefässe im Frühholz	
Breite	Höhe	Breite	Höhe
21 Mikr.	28,5 Mikr.	45 Mikr.	64,5 Mikr.
13,5 "	19 "	27 "	75 "
15 "	9 "	45 "	75 "

Die Gefässe bilden folgende Tüpfel aus:

a An Gefässe angrenzend: zweiseitige Hoftüpfel mit linienförmigem Hof. Weite des Hofes: 7,2 x 2,4 Mikr.; Breite des Spaltes: 1,8 Mikr.



b. Mit Markstrahlen: Hoftüpfel.

c. Sowohl an Radial- wie an Tangentialwänden: Spaltentüpfel mit angrenzendem Libriform; diese sind jedoch seltener.

3. Libriform. - Die Elemente besitzen eine verschiedene Grösse, ihre Wand-

dicke ist jedoch dasselbe und beträgt durchschnittlich 4,5 6 Mikr

Grössere Zellen		Kleinere Zellen	
Höhe	Breite	Höhe	Breite
16,5 Mikr.	13,6 Mikr	6 Mikr.	3 Mikr
19,5 "	9 "	3 "	1 "
21 "	12 "	3 "	4,5 "

Die Schichtung der Wand ist auch hier deutlich sichtbar, die Mittellamelle verdickt sich zwickelförmig wo mehrere Zellen zusammenstossen (bisweilen werden dort auch Interzellular-Räume gebildet) Sowohl an Längs- wie auch an Querwänden treten gerade oder gekreuzte Spaltentüpfel auf, deren Hof höchstens 1,2 x 1,2 Mikr gross ist.

S p ä t h o l z . - 1. Die Gefässe sind wie die andern Elemente des Spätholzes stark abgeplattet: Länge: 18 Mikr ; 24 Mikr -- Höhe: 12 Mikr. ; 9 Mikr Die Tüpfel sind dieselben wie im Frühholz, nur sind die Spaltentüpfel zwischen Gefäss und Libriform auf die Querwände beschränkt

2. Das Libriform setzt sich aus regelmässig tangential gestreckten Zellen und rundlichen Elementen zusammen:

Gstreckte Zellen		Kleine Zellen	
Länge	Höhe	Länge	Höhe
12,6 Mikr.	3,6 Mikr.	9 Mikr.	7,5 Mikr.
14,6 "	4,5 "	6 "	6 "
12 "	6,25 "	6 "	3 "

Alle diese Zellen sind mit Wand gemessen. Die Tüpfel sind dieselben wie im Frühholz.

B Tangentialschnitt.

1 Markstrahlen: - Diese weisen beide Zelltypen auf:

Palissadenzellen		Mittelzellen	
Länge	Breite	Länge	Breite
57 Mikr.	6 Mikr.	15 Mikr.	4,5 Mikr.
51 "	4,5 "	13,5 "	4 "
66 "	3 "	16,5 "	6 "
30 "	3 "	18 "	5 "

Die Markstrahlzellen unterscheiden sich ganz auffällig von denen bei Salix fragilis dadurch, dass sie bedeutend schmaler und gestreckter sind.

Rand-Palissaden		Mitte Palissaden	
Länge	Breite	Länge	Breite
63 Mikr.	4,5 Mikr	43,5 Mikr.	6 Mikr
42 "	5 "	42 "	6 "
45 "	4,5 "	51 "	4,5 "

Die Palissadenzellen am Rand und in der Mitte eines Markstrahle sind ungefähr gleich gross

Die zwischen den übereinander liegenden Markstrahlzellen ausgebildeten Intertellularräume sind durchschnittlich 3 Mikr. hoch und fehlen bisweilen zwischen Palissaden- und Mittelzellen.

a Sowohl bei Palissaden- als auch bei Mittelzellen treten im Zellumen kleine, runde Tüpfel auf.

b. Zwischen zwei übereinander liegenden Markstrahlzellen werden gekreuzte Spaltentüpfel gebildet, die in die Interzellularen einmünden.

c Zwischen Markstrahl und Gefäss entstehen zweiseitige Hoftüpfel an Palissadenzellen. Die Tüpfel sind zahlreich, auf eine Wand von 54 Mikr. Länge kommen 6 solche Tüpfel. Ihr Kanal ist nach dem Gefäss hin weiter als nach dem Markstrahl zu: Weite des Kanals nach dem Gefäss: 4,9 Mikr.; 3,6 Mikr.
" " " " " Markstrahl 4,5 " 3,0 "

2. Gefässe. - Die Gefässe besitzen stets Hoftüpfel mit rhombischem Hof und elliptischem Spalt.

Hof: 9 mal 9 Mikr; Spalt: 3 Mikr. breit, 2,25 Mikr. hoch.

Zwischen Gefäss und Libriform werden Spaltentüpfel mit kleinem Hof ausgebildet, Spalten gerade oder gekreuzt.

3. Libriform. - Lang gestreckte Elemente, deren Wand 3 Mikr. dick ist.

4. Parenchymfasern. - Ihre Wand besitzt Spaltentüpfel mit einem Hof von 1,35 zu 1,35 Mikr. Weite.

C. Radialschnitt.

1. Markstrahlen. - Der Grössenunterschied zwischen Palissaden- und Mittelzellen ist ein recht erheblicher:

Palissadenzellen				Mittelzellen			
Länge		Höhe		Länge		Höhe	
24	Mikr.	42	Mikr.	66	Mikr,	18	Mikr.
18	"	45	"	135	"	12	"
24	"	51	"	90	"	15	"
15	"	48	"	126	"	12	"

a. Palissaden- und Mittelzellen stehen in gleicher Weise durch perforierte Längs- und Querwände miteinander in Verbindung, deren Spalten gleich breit (bis 0,9 Mikr.) sind und an den Querwänden dichter stehen als an den Längswänden; auf eine Querwand von 45 Mikr. Höhe kommen 13 - 14 Spalten, auf eine Längswand von 30 Mikr : 7 Spalten

b Bloss an Palissadenzellen auftretend werden zwischen Markstrahl und Gefäss grosse Tüpfel ausgebildet:

Breite: 6 Mikr.; 6,75 Mikr.; 6 Mikr.; 6 Mikr.
Höhe: 9 " 9 " 9 " 9,75"

2. Gefässe - Diese sind z.T. auffallend schmal, z.B. 15 und 18 Mikr., während andere Gefässe 36 bis 75 Mikr breit werden.

Sowohl zwischen 2 seitlich aneinander grenzenden Gefässen als auch im Zellumen werden Hoftüpfel gebildet, letztere mit rhombisch-abgerundetm Hof und elliptischem Spalt: Hof 12 zu 12 Mikr.; Spalt: 3 Mikr. breit, 1,5 Mikr hoch.

3. Libriform - Das Libriform besitzt eine durchschnittliche Breite von 12 - 15 Mikr und zahlreiche schiefe Spaltentüpfel, die 9 - 12 Mikr. lang sind und sich in der Mitte zu einem Hof mit einem Durchmesser von 0,9 - 1,2 Mikr. erweitern.

II. Lagerung der Elemente.

A. Querschnitt.

1. Markstrahlen. - Die Markstrahlen sind stets einreihig, annähernd parallel verlaufend. Zwischen 2 Markstrahlen schieben sich mindestens ein Gefäss oder 3 Libriformzellen, höchstens 9 - 10 Zellzüge ein.

2. Gefässe. - Im gesamten Frühholz liegen die Gefässe meistens isoliert, oder seltener 2 Gefässe übereinander; Komplexe bis zu 4 Gefässen sind möglich, jedoch selten. Die ersten Gefässe im Frühholz unterscheiden sich durch ihre Lagerung nicht von den anderen, späteren Gefässen.

3. Libriform. - Die grösseren Libriformzellen sind an Markstrahlen grenzend regelmässig angeordnet mit annähernd parallel verlaufenden Wänden, die sonst spitze Winkel bilden. Die kleinen Elemente schieben sich überall dort ein, wo Lücken entstehen, sodass das Prosenchym ein festes Gefüge bildet.

S p ä t h o l z . - Deutlich vom Frühholz abgesetzt.

1. Gefässe. - stehen mit solchen des alten oder neuen Frühholzes in Verbindung, seitlich habe ich nie ein zweites Gefäss angrenzend gefunden, sondern nur Markstrahlen und Libriform.

2 Das Libriform bildet eine Zone von höchstens 3, meist 2 übereinander liegenden Zellreihen, deren Elemente regelmässig gelagert sind; auch diejenigen, deren grössere Streckung in radialer Richtung erfolgt.

B. Tangentialschnitt.

1. Markstrahlen. - Die Markstrahlen sind stets einreihig und bestehen aus 2 - 10 übereinander liegenden Elementen, Palissaden- und Mittelzellen, von welchen die Palissadenzellen folgendermassen gelagert sein können:

a. Ein Markstrahl besteht bloss, aus Palissadenzellen, umfasst dann aber nur wenig Zellen, z.B. zwei. - Selten.

b. Palissadenzellen bloss am Rande eines Markstrahls gelegen in einer oder 2 übereinander liegenden Reihen, dazwischen Mittelzellen.

c. Palissadenzellen sowohl am Rande als auch in der Mitte eines Markstrahls gelegen, dort nicht mehr als 2 übereinander.

Die Markstrahlen sind dicht auf dem Schnitt verteilt, mindestens durch eine, höchstens durch 5 Zellreihen voneinander getrennt.

2. Gefässe. - Selten grenzen 2 Gefässe seitlich aneinander, meist schieben sich andere Elemente dazwischen, und zwar mindesten 2, höchstens 15 - 20 Zellen, sodass auf einen Schnitt von 455 Mikr. Länge 4 Gefässe kommen. Irgendwo in seinem Verlauf grenzt ein Gefäss an einen Markstrahl, sonst an Libriform.

3. Libriform und 4. Parenchymfasern. - Das Libriform ist seltener als die Parenchymfasern, in ihrer Lagerung besteht kein Unterschied.

C. Radialschnitt.

1. Markstrahlen. - Die Markstrahlen bilden breite Bänder, die länger als hoch sind und bes tehen aus 4 - 21 übereinander liegenden Zellreihen. Die Palissadenzellen können folgendermassen gelagert sein:

a. Bloss am Rande eines Markstrahls in ein oder zwei Reihen;

b. auch in den Mitte eines Markstrahls, bis zu 5 übereinander liegende Reihen bildend, am Rande dann nur in einer Reihe.

2. Gefässe, - Die Aneinanderlagerung von Gefässen ist hier bedeutend häufiger als auf dem Tangentialschnitt, es können 2 - 3 seitlich aneinander grenzen. Sonst sind die Gefässe nicht so zahlreich wie in tangentialer Richtung, auf einen Schnitt von 416 Mikr. kommen z.B. nur 3 Gefässe.

3. Libriform. - Das Libriform bildet das Grundgewebe, in dem die anderen Elemente liegen und ist regelmässig gelagert.

SALIX DAPHNOIDES.

Holz hellgelb, ohne Kern. Zellgänge fehlen.

I. Ausbildung der Elemente.

Folgende Elemente kommen sichtbar vor:

A. Querschnitt: 1. Markstrahlparenchym; 2. Gefässe; 3. Libriform.

B. Tangentialschnitt: 1. Markstrahlparenchym (Palissaden- und Mittelzellen); 2. Gefässe mit Hoftüpfeln; 3. Libriform; 4. Parenchymfasern.

C. Radialschnitt: 1. Markstrahlparenchym (Palissaden- und Mittelzellen); 2. Gefässe mit Hoftüpfeln; 3. Libriformfasern mit Spaltentüpfeln; 4. Holzparenchym.
Durch Mazeration isolierte Organe: 1. Markstrahlparenchym (Palissaden- und Mittelzellen); 2. Gefässe mit Hoftüpfeln; 3. Libriformfasern mit Spaltentüpfeln; 4. Parenchymfasern; 5. Holzparenchym.

Bild bei Mazeration.

Die Hauptmasse bildet das Libriform, längere und kürzere Elemente umfassend Es folgen die Gefässe, von welchen breite und schmälere gleich häufig auftreten.

Sehr zahlreich sind die Markstrahlzellen, die schmalen häufiger als die Palissadenzellen. Das Holzparenchym ist ebenfalls nicht selten und auch nicht schwer zu isolieren, tritt jedoch gegenüber der Libriformmasse stark zurück.

Ausbildung der Elemente auf dem A. Querschnitt.

F r ü h h o l z . - 1. Markstrahlen Die Markstrahlen bestehen aus längeren, schmalen und kürzeren, breiten Zellen (siehe Tabelle 1 auf Seite 103).

a. Sowohl in langen wie in kurzen Zellen finden sich regelmässig parallel den Längswänden angeordnet kleine, runde Tüpfel mit einem Durchmesser von 2,8 - 3,7 Mikr.

b. Zwischen Markstrahl und Gefäss werden Hoftüpfel ausgebildet, deren Hof und Kanal kaum verschieden sind - Kanal ungefähr 5,5 Mikr. breit.

c. Zwischen Markstrahl und Libriform entstehen Spaltentüpfel, deren Hof einen Duchmesser von 1,2 Mikr besitzt.

2. Gefässe - Die Grösse der Gefässe nimmt nach dem Spätholz zu ab, sodass zwiscehn den zuerst und den zuletzt im Frühholz gebildeten Gefässen ein beträcht-

Lange Zellen				Kurze Zellen			
Länge		Breite		Länge		Breite	
81,4	Mikr	9,0	Mikr.	28,6	Mikr	14,8	Mikr
77,7	"	7,4	"	31,45	"	14,8	"
66,6	"	9,25	"	11,1	"	11,1	"
103,6	"	7,4	"	22,2	"	9,25	"

licher Unterschied besteht und die ersten Gefässe stets die grössten sind.

Letzte Gefässe				Erste Gefässe im Frühholz			
Höhe		Breite		Höhe		Breite	
42,5	Mikr.	42,5	Mikr.	102	Mikr	59,5	Mikr.
30	"	42,5	"	102	"	55,25	"
21	"	42,5	"	93,5	"	85	"
25,5	"	34	"	85	"	85	"
32,5	"	34	"	89	"	85	"
				93,5	"	68	"

Die Gefässe bilden folgende Tüpfel aus:

a. Zwischen 2 Gefässen zweiseitige Hoftüpfel mit elliptischem Hof Hof: 11 x 5,5 Mikr; Spalt: 3,7 Mikr. breit.

b. Zwischen Gefäss und Markstrahl: Hoftüpfel, deren Hof und Kanal kaum voneinander verschieden sind, in radialer Richtung 7,4 Mikr. betragen Auf eine Wand von 55,5 Mikr. kommen 5 Tüpfel.

c. Zwischen Gefäss und Libriform: Spaltentüpfel mit kleinem Hof (selten).

3. Libriform - Besteht aus grösseren und kleineren Elementen.

Grosse Zellen				Kleine Zellen			
Breite		Höhe		Breite		Höhe	
18,5	Mikr.	16,65	Mikr	6,5	Mikr.	7,4	Mikr.
22,2	"	14,8	"	7,4	"	11,1	"
22,2	"	11,1	"	1,8	"	3,7	"
16,65	"	18,5	"	7,4	"	11,1	"

Die einzelnen Zellen grenzen mit zwickelförmig verdickter Mittellamelle aneinander, seltener werden dreiseitige Interzellularen ausgebildet Zwischen 2 Libriformzellen treten sowohl an Längs- wie an Querwänden Spaltentüpfel auf, deren Hof einen Durchmesser von 1,2 Mikr. besitzt.

S p ä t h o l z - Wie alle Elemente des Spätholzes sind auch die Gefässe tangential gestreckt: Länge 29,6 Mikr. 32,6 Mikr.
Höhe 11,1 " 9,25 "

a Zwischen Gefässen des Spätholzes und angrenzenden des alten sowie neuen Frühholzes werden die typischen zweiseitigen Hoftüpfel ausgebildet.

b Zwischen Gefäss und Markstrahl werden Hoftüpfel wie im Frühholz gebildet

c Spaltentüpfel zwischen Gefäss und Libriform fehlen.

3 Libriform - Besteht aus tangential gestreckten und kleineren, abgerunde-

ten Zellen.

Grössere Zellen				Kleinere Zellen			
Länge		Höhe		Länge		Höhe	
25,9	Mikr.	5,5	Mikr.	11,1	Mikr.	3,7	Mikr.
18,5	"	3,7	"	3,7	"	7,4	"
29,6	"	3,7	"	7,4	"	5,5	"

Auch hier wird die Mittellamelle beim Zusammetreffen mehrerer Zellen zwickelförmig verdickt oder ein Interzellularraum entsteht. Zwischen den einzelnen Elementen werden Spaltentüpfel gebildet.

B. Tangentialschnitt.

1. Markstrahlen. - Diese bestehen aus Palissaden- und Mittelzellen:

Palissadenzellen				Mittelzellen			
Höhe		Breite		Höhe		Breite	
37	Mikr.	7,4	Mikr.	18,5	Mikr.	7,4	Mikr.
40,7	"	5,5	"	22,2	"	11,1	"
48,1	"	7,4	"	9,25	"	7,4	"
62,9	"	3,7	"	14,8	"	11,1	"
45,5	"	11,1	"	25,9	"	18,5	"

Zwischen den Palissadenzellen am Rande und in der Mitte eines Markstrahls besteht kaum ein Grössenunterschied:

Rand-Palissaden				Mitte-Palissaden			
Höhe		Breite		Höhe		Breite	
37	Mikr.	5,5	Mikr.	37	Mikr.	7,4	Mikr.
40,7	"	5,5	"	37	"	5,5	"
48,1	"	7,4	"	34,45	"	7,4	"
62,9	"	3,7	"	44,4	"	5,5	"

a. Sowohl Palissaden- als auch Mittelzellen können kleine, runde Tüpfel mit einem durchschnittlichen Durchmesser von 2,7 Mikr. besitzen.

b. Mit Gefässen bilden Palissadenzellen zweiseitig schwach behöfte Tüpfel aus, deren Weite 7,4 Mikr. beträgt bei einer Wanddicke von 3,7 - 5,5 Mikr.

c. Zwischen Markstrahl und Libriform treten Spaltentüpfel auf, deren Hof 1,2 mal 1,2 Mikr. gross ist.

d. Die einzelnen Markstrahlen stehen durch gekreuzte Spaltentüpfel miteinander in Verbindung, die in den Interzellularraum zwischen 2 Zellen münden (siehe Figur 22).

2. Gefässe. - a. Die Gefässe besitzen Hoftüpfel mit rhombischem Hof und elliptischem Spalt: Hof: 11,1 mal 11,1; Spalt 3,7 - 4 Mikr. breit, 1,8 - 2,7 Mikr. hoch.

b. Werden Hoftüpfel zwischen Gefäss und Markstrahl gebildet.

c. Spaltentüpfel zwischen Gefäss und Libriform, selten.

3. Libriform. - Lang gestreckte Elemente mit einer Wanddicke von 3,7 Mikr.

4. Parenchymfasern. - Mit getüpfelter Wandung, deren Spaltentüpfel sich zu einem Hof vom Umfang 1,8 zu 1,8 Mikr. erweitern.

C. Radialschnitt.

1. Markstrahlen. - Diese bestehen aus Palissaden- und Mittelzellen, deren Grösse sehr verschieden ist:

Palissadenzellen				Mittelzellen			
Höhe		Länge		Höhe		Länge	
37	Mikr.	29,6	Mikr.	11,1	Mikr.	111	Mikr.
40,7	"	14,8	"	14,8	"	92,5	"
55,5	"	29,6	"	11,1	"	86,8	"
40,7	"	22,2	"	11,1	"	92,5	"

a. Die Markstrahlzellen unter sich stehen sowohl durch perforierte Quer- als auch Längswände miteinander in Verbindung, und zwar kommen auf ein Stück Längswand von 57 Mikr.: 8 Spalten, auf eine Querwand von 18,5 Mikr.: 6 Spalten - an den Querwänden sind die Spalten also dichter gedrängt als an den Längswänden.

b. Zwischen Palissadenzellen und Gefässen treten ovale Hoftüpfel auf:

Breite: 7,4 Mikr., 7,4 Mikr.; 7,4 Mikr.
Höhe: 9,2 " 8,6 " 7,4 "

2. Gefässe. - Sowohl zwischen zwei aneinander grenzenden Gefässen als auch im Zellumen werden Hoftüpfel ausgebildet, letztere mit rhombischem Hof und elliptischem Spalt:

Hof				Spalt			
Breite		Höhe		Breite		Höhe	
12,95	Mikr.	9,25	Mikr.	5,5	Mikr.	2,8	Mikr.
11,1	"	11,1	"	3,7	"	1,9	"
12,95	"	11,1	"	3,7	"	1,9	"

Die Gefässe können eine Breite von 37 - 69,8 Mikr. besitzen.

3. Libriform. - Die Libriformfasern sind 11,1 - 14,8 Mikr. breit und weisen schiefe Spaltentüpfel auf, die sich in der Mitte zu einem Hof von 1,2 x 1,2 bis 1,8 x 1,8 Mikr. erweitern.

4. Holzparenchym. - Die einzelnen Zellen sind rechteckig gestreckt und mit bräunlichem Inhalt gefüllt.

Länge: 88,8 Mikr.; 48,1 Mikr.; 92,5 Mikr.; 70,3 Mikr.
Breite: 9,2 " 11,1 " 7,4 " 11,1 "

Die Querwände sind selten perforiert, die Längswände mit Spaltentüpfeln versehen. An der Stelle, wo zwei Zellen zusammenstossen, verdickt sich die Mittellamelle.

II. Lagerung der Elemente.

A. Querschnitt.

F r ü h h o l z . - 1. Markstrahlen. - Diese durchziehen stets einreihig, annähernd parallel verlaufend das Gewebe. Zwischen 2 Markstrahlen schiebt sich mindestens ein Gefäss, höchstens eine Zone von 10 Zellreihen ein.

2. Gefässe. - Im gesamten Frühholz ist die Lagerung der Gefässe die gleiche, meist liegen sie isoliert, seltener liegen 2 bis höchstens 4 Gefässe hintereinander, sodass der radiale Raum vergrössert wird; nur in wenigen Fällen erfolgt die Anlagerung tangential.

3. Libriform. - Die Anordnung der grösseren Elemente ist besonders in der Nähe der Markstrahlen eine regelmässige, während die kleinen Libriformzellen sich überall dort einschieben, wo Lücken entstehen.

S p ä t h o l z . - Zwei Gefässe habe ich nie seitlich aneinander grenzen se-

hen, dagegen mit Gefässen des alten oder neuen Frühholzes in Verbindung stehend gefunden. Sonst grenzen seitlich Markstrahl und Libriform an ein Gefäss.

2. Das Libriform bildet eine schmale Zone von 1 - 2 übereinander liegenden Zellreihen, deren Elemente äusserst regelmässig gelagert sind, sodass sich das Spätholz von angrenzendem Frühholz abhebt.

B. Tangentialschnitt.

1. Markstrahlen. - Diese bilden stets einreihige Zellzüge von 3 - 14 übereinander liegenden Elementen (Palissaden- und Mittelzellen), welche folgendermassen gelagert sind:

a. Nur Palissadenzellen bilden den ganzen Markstrahl, der dann nur aus wenigen Zellen besteht (meist aus 3), doch kommt dies selten vor.

b. Palissadenzellen liegen nur an den Enden eines Markstrahls, bis 2 - 3 übereinander, in der Mitte nur Mittelzellen.

c. Palissadenzellen finden sich sowohl an den Enden als in der Mitte eines Markstrahls, in der Mitte nur eine Palissadenzelle zwischen den Mittelzellen. Die Markstrahlen sind sehr dicht gelagert, durch ein bis fünf Zellreihen voneinander getrennt.

2. Gefässe. - Selten grenzen zwei Gefässe seitlich aneinander, meist liegen sie isoliert und sind durch 2 - 10 Zellen voneinander getrennt; sie sind nicht zahlreich vertreten.

3. Uber Libriform und 4. Parenchymfasern ist nichts neues zu sagen.

C. Radialschnitt.

1. Markstrahlen. - Diese bilden breite Bänder, deren Länge die Höhe überwiegt, von 3 - 10 übereinander liegenden Zellreihen. Palissaden- und Mittelzellen sind wie folgt gelagert:

a. Palissadenzellen liegen bloss am Rande eines Markstrahls bei hohen Markstrahlen auf jeder Seite in 2 - 3 Reihen.

b. Palissadenzellen auch in der Mitte eines Markstrahls gelegen, nur in einer Reihe, während sie an den Rändern mehrere Reihen bilden können.

2. Gefässe. - Die Gefässe liegen entweder zu mehreren, höchstens 3, nebeneinander oder isoliert zwischen anderen Elementen, dann unregelmässig verteilt, manchmal bloss durch wenige Zellzüge, in anderen Fällen durch 16 Zellen voneinander getrennt.

3. Libriform. - Es ist ausserordentlich regelmässig angeordnet, die Wände laufen einander parallel.

4. Holzparenchym. - Dieses ist zu Stranparenchym vereinigt und ist relativ selten, fehlt manchen Schnitten ganz. Es liegt zwischen Libriform eingebettet und grenzt an Gefässe.

ZUSAMMENFASSUNG DER GATTUNG SALIX.

Die durch Mazeration isolierten Organe sind dieselben wie bei den Pappeln, auch ihre Ausbildung und Lagerung stimmt in vielen Fällen mit derjenigen bei Populus überein. Eine Ausnahme bilden die Markstrahlen.

Bei den Weiden an sich bietet weder Ausbildung noch Lagerung der Libriformfasern, Parenchymfasern und des Strangparenchyms ein Unterscheidungsmerkmal; zwar kann das Holzparenchym bei den einzelnen Spezies verschieden gelagert sein: mit Markstrahlen und Gefässen ein Transportsystem bildend, im Libriform verstreut oder gar fehlen, mehr tangential oder mehr radial vertreten sein - doch kommen ja selbst auf Schnitten desselben Baumes grosse Verschiedenheiten in dieser Beziehung vor, sodass die Lagerung zu unregelmässig ist, um dadurch die Arten zu unterscheiden .

<u>Konstante Verschiedenheiten</u> treten auf:

a. Bei den Gefässen. - Das Grössenverhältnis der ersten und letzten Frühholzgefässe, sowie deren Lagerung zu Beginn undam Ende der Vegetations-Periode ist für jede Spezies konstant, sodass sich ebenso wie bei den Pappeln auch hier daraus Unterschiede ergeben.

b. An den Markstrahlen, und zwar nur durch die Ausbildung, die Lagerung ist gleichmässig.

Die Ausbildung der beiden Markstrahlzelltypen erfolgt bis auf S a l i x p e n t a n d r a gleichmässig, - dort findet eine abweichende Ausbildung der Mittelzellen statt, welche auf dem Tangentialschnitt gemessen den Quotienten h : b der Pappeln, also 3,0 ergeben.

Eine Unterscheidung der beiden Markstrahlzelltypen voneinander ist wohl durch die Tüpfelbildung mit Gefässen möglich, diese erfolgt aber bei den verschiedenen Spezies gleichmässig.

Zum besseren Verständnis der folgenden Tabelle möchte ich die Hauptmerkmale der einzelnen Arten noch einmal besonders hervorheben:

Salix Caprea. - Unterschied zwischen dem Frühholz zu Beginn und am Ende der Vegetationsperiode durch Grösse und Lagerung der Gefässe: ersteres mit sehr grossen Gefässen, meist isolierten, selten zu höchstens 2 kombinierten - letzteres mit kleineren Gefässen in Komplexen von 2 - 7, selten 10, die kaum isoliert liegen. H : h = 2,0; h : b = 1,8.

Salix alba. - Erste und letzte Gefässe im Frühholz sind nur durch ihre Grösse voneinander verschieden, erste Gefässe sehr gross, letzte klein - beide jedoch Komplexe bildend von radial und tangential aneinander gelagerten Gefässen; Komplexe bis zu 5 Gefässen möglich. H : h = 2,2; h : b = 2,1.

Salix fragilis.- Ein allmähliger Übergang von Früh- und Spätholz fehlt, nur direkt an der Grenze werden als letzte kleinere Gefässe gebildet. Komplexe im gesamten Frühholz von 2 - 8 Gefässen, radial. Erste Gefässe sehr gross. H : h = 2,0; h : b = 1,5.

Salix pentandra. - Ein Übergang in Spätholz erfolgt bloss durch Grössenabnahme der Gefässe; diese liegen isoliert, selten in Komplexen von höchstens 4. Erste Gefässe im Frühholz gross, ebenfalls isoliert. H : h = 2,5; h : b = 3,0.

Salix daphnoides. - Übergang von Frühholz in Spätholz bloss durch Grössenabnahme der Gefässe. Die Lagerung der Gefässe ist im ganzen Frühholz dieselbe: häufiger isoliert, seltener in Komplexen von höchstens 4, meist 2. Kleinere erste Gefässe im Frühholz sind selten. H : h = 2,0 - 2,4 ; h : b = 1,6.

S C H L Ü S S E L .

A. Höhe durch Breite einer Markstrahlzelle: h : b = 5 - 2.
   I. Allmähliger Übergang des Frühholzes in Spätholz sowohl durch Grössenabnahme wie durch Komplexbildung von 2 - 10 Gefässen; erste Gefässe im Frühholz gross, isoliert: Salix Caprea.
   II. Übergang des Frühholzes in Herbstholz nur in der Nähe der Grenze und bloss durch Grössenabnahme; erste Gefässe im Frühholz auch zu Komplexen angeordnet.
      a. Erste Gefässe im Frühholz mindestens 4 mal so gross wie die letzten jenseits der Spätholzgrenze; Komplexe zu 2 - 8 möglich: Salix fragilis.
      b. Erste Gefässe im Frühholz höchstens 2,75 mal so gross wie die letzten Gefässe an der Spätholzgrenze; Komplexe zu 2 - 5: Salix alba.
   III. Gefässe liegen häufiger isoliert als zu Komplexen vereinigt, Komplexe von 2 - 5 möglich, auch an der Grenze; Übergang von Frühholz zu Spätholz durch Grössenabnahme: Salix daphnoides.

B h : b = 3,0; Gefässe meist isoliert; erste Gefässe im Frühholz gross, isoliert: Salix pentandra.

Bevor ich nun einen Schlüssel zur Unterscheidung von Populus und Salix aufstelle, möchte ich noch kurz auf die mir bekannten, schon vorhandenen eingehen, von denen diejenigen von KIENITZ, von R. HARTIG und von HERRMANN (meinem Vater) rein makroskopisch und somit nicht von Interesse für meine anatomische Arbeit sind. Das von BURGERSTEIN (3, p. 679) angeführte Unterscheidungsmerkmal, nämlich dass das Verhältnis der getüpfelten zu den ungetüpfelten Zellen eines Markstrahls bei Populus 1,2 - 1,55, bei Salix 1,85 - 2,1 konstant sei, lässt sich in dieser Form nicht aufrecht erhalten, da ich für Populus canadensis die Verhältniszahl der Weiden zutreffend fand. Es müssen also noch andere Merkmale hinzutreten, um festzustellen, ob der Markstrahl einer Weide oder Populus canadensis angehört. Dieselbe Schwierigkeit ergibt sich auch bei Berücksichtigung der von BURGERSTEIN angeführten für Populus und Salix verschiedenen Tüpfelreihen.

Ferner sei hier die von PICCIOLI (1, p. 326, 329) aufgestellte Bestimmungstabelle für Populus und Salix mit ihren Arten erwähnt, die ich auch in dieser Form nicht bestätigen kann. Die Angaben des Verf. über die g e m e i n s a m e n Merkmale von Populus und Salix kann ich bestätigen, nur die Thyllen im Mark habe ich nicht gefunden, gefächertes Prosenchym selten; dagegen bisweilen 2-reihige Markstrahlen.

Populus und Salix werden folgendermassen u n t e r s c h i e d e n :

a. Raggi con cellule conformi ed egualmente alta. Periderma generato dall' ipoderma: P o p u l u s .

b. Raggi con cellule a palizzata nei mergini e giacenti nel mezzo. Periderma generato dall' epidermide: S a l i x .

Diese Bestimmungstabelle kann so nicht bestehen bleiben, da ich für Populus canadensis auch Palissadenzellen im Markstrahl fand. Die Rinde habe ich n i c h t untersucht, kann also die sich auf dieselbe beziehenden Angaben nicht in meine Tabelle aufnehmen. Es folgt dann bei PICCIOLI eine Beschreibung der einzelnen Arten von Populus und Salix, bei welcher auch die physikalischen Eigenschaften Berücksichtigung finden, die für den Anatomen unwichtig sind; ferner will ich die Angaben über die Zahl der Gefässe und Markstrahlen pro qmm fortlassen, da sie meiner Meinung nach kein konstantes Merkmal bieten.

Zwischen den Angaben über Populus und meinen Ergebnissen treten kleine Abweichungen auf.

Die Angaben über Salix stimmen ungefähr mit den meinigen überein, der einzige Unterschied findet sich bei Salix Caprea, von welcher PICCIOLI angibt: "Legno con rarissime macchie midollari, vasi in serie di 2 - 7", während ich keine Zellgänge, in seltenen Fällen dagegen Komplexe von 2 - 10 Gefässen fand. Da das die Zellgänge betreffende Unterscheidungsmerkmal doch mehr makroskopisch als anatomisch ist und auch scheinbar variiert, möchte ich es nicht in meine Tabelle aufnehmen.

HAGER-MEZ (5) unterscheiden bis zur 10. Auflage wohl den Elementen nach Populus und Salix von den anderen Holzgattungen, geben aber an, dass sie sich voneinander nicht unterscheiden; in späteren Auflagen (6) wird die Frösse der Lumina der Markstrahlzellen als Unterschied der Gattungen aufgeführt.

Zum besseren Verständnis des nachfolgenden Bestimmungsschlüssels möchte ich die darin enthaltenen Abkürzungen und technischen Ausdrücke nochmals kurz erläutern: H : h ist das Verhältnis der getüpfelten zu den ungetüpfelten Zellen eines Markstrahls; h : b ist das Verhältnis von Länge und Breite einer Markstrahlzelle auf dem Tangentialschnitt. P a l i s s a d e n z e l l e n sind die auffallend hohen Zellen eines Markstrahls, welche allein mit Gefässen Hoftüpfel bilden können; M i t t e l z e l l e n die stets in der Mitte eines Markstrahls gelegenen, lang gestreckten, schmalen Zellen.

Folgende Tabelle soll nun der Bestimmung von Populus und Salix dienen:

Markstrahlen bloss aus Parenchymzellen bestehend, Gefässe stets mit Hoftüpfeln; Libriform mit Spaltentüpfeln; Parenchymfasern vorhanden; Tracheiden, wenn vorhanden, bloss eine Modifikation der Gefässe bildend:

<u>Populus</u>, <u>Salix</u>.

A. Markstrahlzellen meist alle gleich hoch; doppelt so hohe Palissadenzellen stets nur am Rande, nie in der Mitte eines Markstrahls liegend. h : b = 2,8 - 3: **P o p u l u s**

Bestimmungstabelle der Arten siehe Seite 81.

B. Markstrahlen stets aus Palissaden- und Mittelzellen bestehend, Palissadenzellen sowohl am Rande als auch in der Mitte eines Markstrahls H : h = 2,0 - 2,5: **S a l i x**

Bestimmungstabelle der Arten siehe Seite 107.

Diese Tabellen können zum Bestimmen von Populus und Salix benützt werden, soweit sie technische Verwendung finden; ich selbst habe sie erprobt, indem ich das Holz eines im Kriege verunglückten Zeppelins als einer Populus alba zugehörig bestimmen konnte.

Erklärungen der Tafeln.

Tafel I (Populus tremula) Fig I Markstrahlzellen; Länge einer Zelle 104 - 117, Breite 26 Mikr - II.a,b,c: Gefässe. IIa: Länge 318, Breite 93 Mikr.; IIb: Länge 455, Breite 91 Mikr.; IIc: Teil eines Gefässes, stärker vergrössert IIIa, b: Gefässähnliche Tracheiden mit Hoftüpfeln, IIIb: Länge 650, Breite oben 26, in der Mitte: 52, unten: 26 Mikr - IIIc: der obere Teil von IIIb, stärker vergrössert; Tüpfelhof: 6 x 6 Mikr , Spalt: 2,5 Mikr. lang, 5 Mikr. breit. - IIId Fasertracheiden. Länge: 585, Breite: 26 Mikr. - IVa, b: Libriformfasern. IVa: Länge 910, Breite in der Mitte: 19,5; an der Spitze: 3,2 Mikr - V Parenchymfaser mit getüpfelter Wand. Länge: 1170, Breite: 25 Mikr - VI Ersatzfaser mit unverdickter Wand. Länge: 300, Breite: 18 Mikr.

Tafel II (Populus alba). Fig. Ia, b: Markstrahlzellen, Ia: eine Zelle mit und eine ohne Hoftüpfel. Länge 105, Breite: 21 Mikr. Ib: Markstrahlzellen, stärker vergrössert; Länge: 74, Breite: 18,5 Mikr. - IIa, b, c, d: Gefässe IIa: Gestrecktes Gefässglied mit Hoftüpfeln, Länge: 572, Breite oben : 39, in der Mitte: 65, unten 13 Mikr - IIb: Kurzes, gedrungenes Gefässglied, Länge: 272, Breite: 78 Mikr. - II d: Gefäss, stärker vergrössert; Länge: 444, Breite oben: 74, unten: 55,5 Mikr. - IIc. ebenfalls stärker vergrössertes Gefäss. - III. Tracheiden mit Hoftüpfeln; Länge: 520, Breite oben: 26, in der Mitte: 39, unten: 13 Mikr. - IV a,b,c: Libriformfasern. IVa: Lang gestreckte Elemente mit geraden Spaltentüpfeln. Länge: 1330, Breite in den Mitte: 34,5, an den Enden: 4,45 Mikr. - IVb: Faser mit schiefen Tüpfeln. Länge: 1040, Breite oben: 13, in der Mitte: 39, unten: 6,5 Mikr. - Va, b: Parenchymfasern. Va: Länge 1209, Breite obern: 4,3, In der Mitte: 26, unten: 6,5 Mikr. - Vb: etwas kürzer, mit ebenfalls getüpfelter Wand. - VI: Holzparenchymzelle mit zarter Wand und Inhalt. Länge: 150, Breite 30 Mikr.

Tafel III (Populus canadensis). Ia, b: Markstrahlzellen. I: Zelle 57,35 Mikr. lang, 19,05 Mikr. breit; zweite Zelle: 90 Mikr. lang und 22,2 Mikr, breit. - Ib: Länge: 40,7, Breite 37 Mikr. - II: Gefässe; Länge 910, der Spitze: 117 Mikr.; Breite: 84 Mikr.; untere Öffnung: 91 zu 65 Mikr.- III. Libriformfaser, Länge: 971, Breite: 17 Mikr. - IV. Parenchymfaser mit getüpfelter Wand Länge: 1300, Breite: 17 Mikr. - V: Ersatzfaser, 320 Mikr. lang, 18 Mikr. breit. - VI: Teil eines Tangentialschnitts mit Holzparenchym: Zelle 1: Länge 102, Breite an der Spitze: 3,0; unten: 15 Mikr. - Zelle 2: Länge: 138, Breite 15 Mikr.; Zelle 3: Länge: 144,2, Breite: 9 Mikr. - Zelle 4: 48,25 Mikr. lang, 9 Mikr breit. - Zelle 5: 18 Mikr. lang, 9 Mikr. breit; Zelle 6: 24 - 25,2 Mikr. breit.

Tafel IV. (Populus nigra). - Ia, b: Markstrahlzellen; Ia: Länge: 19,05 Mikr., Breite: 19,05 Mikr.; Ib: einige zusammenhängende Zellen stärker vergrössert. II a, b, c: Gefässe. - IIa und b: lang gestreckt, IIa: 585 Mikr. lang, 39 Mikr. breit: IIc: 636 Mikr. lang, 51 Mikr. breit; IIb: kurz gedrungenes Gefässglied, 510 mikr. lang (mit Spitze), 130 Mikr. breit. - IIIa, b: Libriformfasern: IIIa: Länge: 910, Breite: 26 Mikr.; IIIb: Länge: 1170, Breite: 13 Mikr. - IV. Parenchymfaser. Länge: 857, Breite: 19,1 Mikr- Va, b: Erstazfasern. Va: Länge: 533,5; Breite: 26 Mikr ; b: ein Ende. stärker vergrössert. - VI. Holzparenchym (stark

vergrössert), 2 Zellen zusammenhängend; Länge: 85,1, Breite 18,5 Mikr.

Tafel V. (Salix Caprea). - Ia, b, c, d, e: Markstrahlzellen. Ia: 2 Markstrahlzellen mit Hoftüpfeln; erste Zelle: 39 Mikr. lang, 26 Mikr. breit; 2. Zelle: 39 Mikr. lang, 22,4 Mikr. breit; IIb und d: zwei Mittelzellen, IIb: 140,5 Mikr. lang, 15 Mikr. breit; IId: 60 Mikr. lang, 15 Mikr. breit; IIc: eine Palissadenzelle ohne Hoftüpfel, Länge: 30, Breite: 30 Mikr. - IIe: Zwei Mittelzellen und 2 Palissadenzellen zusammenhängend; erste Zelle: 57 Mikr. lang, 15 Mikr. breit; 2. Zelle: 48 Mikr. lang, 18 Mikr. breit; 3. Zelle: 24 Mikr. lang, 33 Mikr. breit; 4. Zelle: 30 mikr. lang, 34,5 Mikr. breit. - IIa, b, c: Gefässe. - IIa: Gefäss mit Hoftüpfeln, einfache Perforation. Länge: 429, Breite: 65 Mikr. Die Spitze: 91 Mikr. lang und 13 Mikr. breit. - IIb: kurzes, gedrungenes Gefässglied, 196 Mikr. lang, 117 Mikr. breit; Spitze: 65 Mikr. lang. - IIc: lang gestrecktes, schmaleres Gefässglied; Länge: 390, Breite: 52 Mikr. - IIIa, b: Libriform. IIIa: 572 Mikr. lang, 26 Mikr. breit IIIb: 845 Mikr. lang, 26 Mikr. breit. - IVa, b: Parenchymfasern. IVa: Kurz zugespitzt, 467 Mikr. lang, 26 Mikr. breit. - IVa, b: Parenchymfasern. IVa: kurz zugespitzt, 467 Mikr. lang, 26 Mikr. breit; IVb: Länge: 1170, Breite: 26 Mikr.

Tafel VI (Salix alba). - Ia b, c, d: Markstrahlzellen. Ia: eine Mittel- und eine Palissadenzelle im Zusammenhang; Mittelzelle: 45 Mikr. lang, 18 Mikr. breit; die zweite: 30 Mikr. lang, 33 Mikr. breit. - Ib: Palissadenzelle ohne Hoftüpfel; Länge: 36, Höhe: 45 Mikr. - IIc: Mittelzelle, 105 Mikr. lang, 15 Mikr. breit. - Id: 75 Mikr. lang, 22,5 Mikr. breit. - IIa, b. c: Gefässe. - IIa: kurzes, gedrungenes Gefässglied, Länge: 338, Breite: 156 Mikr; Obere Spitze: 26 Mikr. lang.- IIa: Lang gestrecktes Gefässglied, 611 Mikr. lang, 130 Mikr. breit. - IIb: Übergangsform zwischen beiden, Länge: 559, Breite: 143 Mikr; Spitze: 78 Mikr. lang, 26 Mikr. breit. - Fig. IIIa, b: Libriform, IIIa: Länge: 988, Breite: 26 Mikr. - IIIb: 645 Mikr lang, 26 Mikr, breit. - IV. Parenchymfaser, Wand getüpfelt. Länge: 988, Breite: 26 Mikr.

Tafel VII (Salix fragilis). - Ia, b, c, d, e, f: Markstrahlzellen. Ia: Mittelzelle, 189 Mikr. lang, 18 Mikr. hoch; Ib: Länge 90, Höhe 21 Mikr. Ic: kleinere Palissadenzelle mit Hoftüpfeln, 60 Mikr. lang, 21 Mikr. hoch; Id: Palissadenzelle, Länge: 75, Höhe: 39 Mikr. - Ie, f: kleinere Palissadenzelle ohne Hoftüpfel; c: 48,5 Mikr. lang, 21 Mikr. hoch; f: 41 Mikr. lang, 25,5 Mikr. hoch. - IIa, b, c, d: Gefässe. IIa: lang gestreckt, Länge: 624, Breite: 78 Mikr. - IIb, c: kurz und gedrungen, b: 390 Mikr. lang, 185 Mikr. breit; c: 572 Mikr. lang, 143 Mikr. breit; Spitze; 104 Mikr. lang. - IId: Länge: 403, Breite: 65 Mikr. - IIIa, b, c: Libriformfasern. IIIa 1898 Mikr. lang, 26 Mikr. breit; IIIb: mit gespaltenem Ende, Länge: 1599, Breite: 29,25 Mikr. - IIIc: Länge: 1469, Breite: 26 Mikr. - IV. Parenchymfaser, Länge: 1173, Breite: 68 Mikr.

Tafel VIII (Salix pentandra). - Ia, b, c, d, e: Markstrahlzellen. Ia: Palissadenzelle mit Hoftüpfeln, 42 Mikr. lang, 42 Mikr. hoch; Ib: Mittelzelle, Länge: 75, Höhe: 15 Mikr. - Ic: Palissadenzelle ohne Hoftüpfel, 45 Mikr. lang, 33 Mikr. hoch; Id: mit Hoftüpfeln, 36 Mikr. lang, 36 Mikr. hoch; Ie: Mittelzelle, Länge: 114, Höhe: 16,5 Mikr. - IIa, b, c, d: Gefässe, IIa: Länge: 429, Breite 58,5 Mikr.; Spitze 91 Mikr. lang, 13 Mikr. breit. - IIb: 455 Mikr. lang, 78 Mikr. breit, Spitze: 52 Mikr. lang, 13 Mikr. breit. - IIc: Länge: 510, Breite: 104 Mikr; an den Basis: 84,5 Mikr; Spitze: 143 Mikr. lang, 39 Mikr. breit. - IId: Länge: 455, Breite: 110,5 Mikr. - IIIa, b: Libriform. IIIa: 871 Mikr. lang, 19,5 Mikr. breit; IIIb: Länge: 1430. Breite 36 Mikr. - IV. Parenchymfaser, Länge: 1021, Breite: 36 Mikr.

Tafel IX (Salix daphnoides). - Ia, b, c, d, e: Markstrahlzellen. Ib und c: Mittelzellen; b = 55,5 Mikr. lang und 22,2 Mikr. hoch; Ic: 159 Mikr. lang und 14,8 Mikr. hoch. - Ia, d, e: Palissadenzellen. Ia: 57,35 Mikr. hoch, 37 Mikr. lang; Id: 55,5 Mikr. hoch, 18,5 Mikr. lang.- Ic: Länge: 51,8, Höhe: 29,6 Mikr. - IIa, b, c, d: Gefässe, kaum durch die Breite verschieden. IIa: Länge: 340, Breite: 102 Mikr. - IIb: Länge: 374, Breite: 85 Mikr. - IIc: Länge: 459, Breite: 136 Mikr.; Spitze: 59,5 Mikr. lang. - IId: Länge: 595, Breite: 102 Mikr.; oben Spitze: 102 Mikr. lang und 17 Mikr. breit. - IIIa, b: Libriform. IIIa: Länge: 1088, Breite 25,5 Mikr. - IIIb: kürzere und weitlumigere Zellen; Länge: 199,5; Breite: 34 Mikr. - IV. Parenchymfaser, Länge: 1207, Breite: 25,5 Mikr. - Va, b: Holzparenchym. Va: zu Strang-

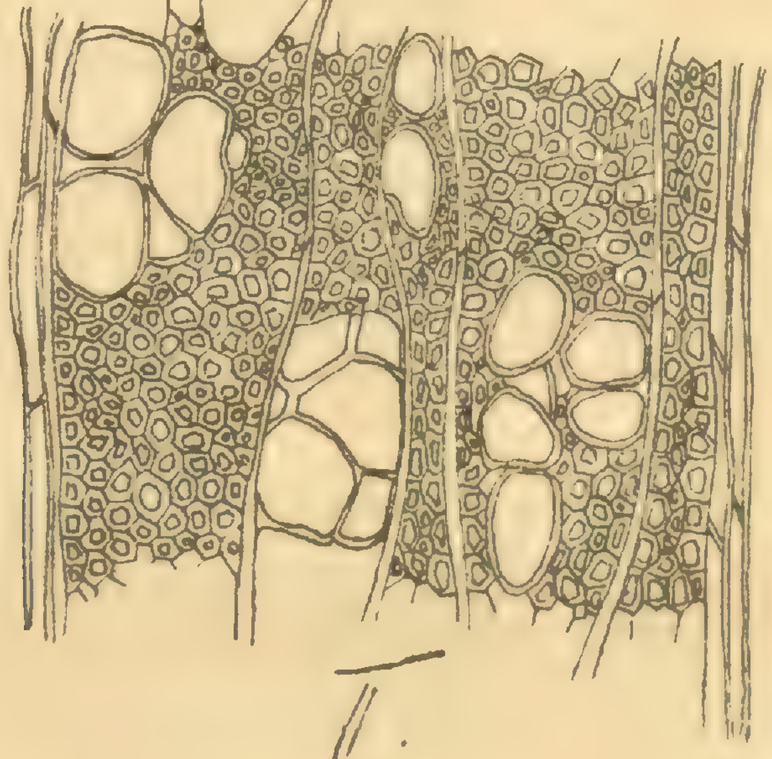
parenchym vereinigte Zellen, eine Gesamtlänge von 595, Breite von 29,75 Mikr, besitzend. - Vb: Eine Zelle isoliert, Länge: 148, Breite: 25,9 Mikr.

Tafel 10. - I. Teil eines Querschnittes durch Populus alba mit zweireihigen

Tafel X.

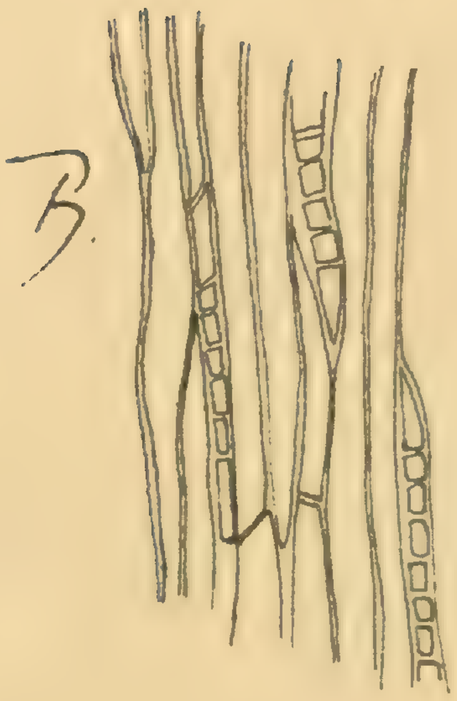
Querschnitt durch das Kernholz von

I. Populus alba.

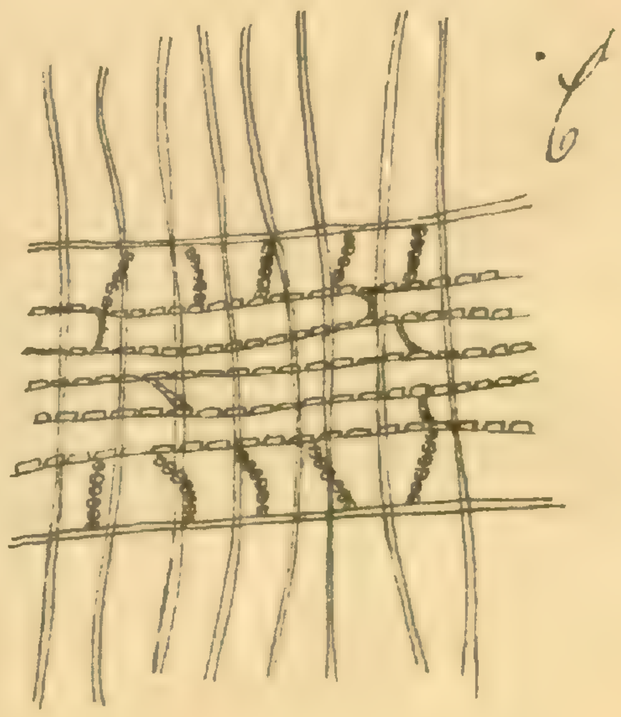


II.

Populus canadensis.



B.

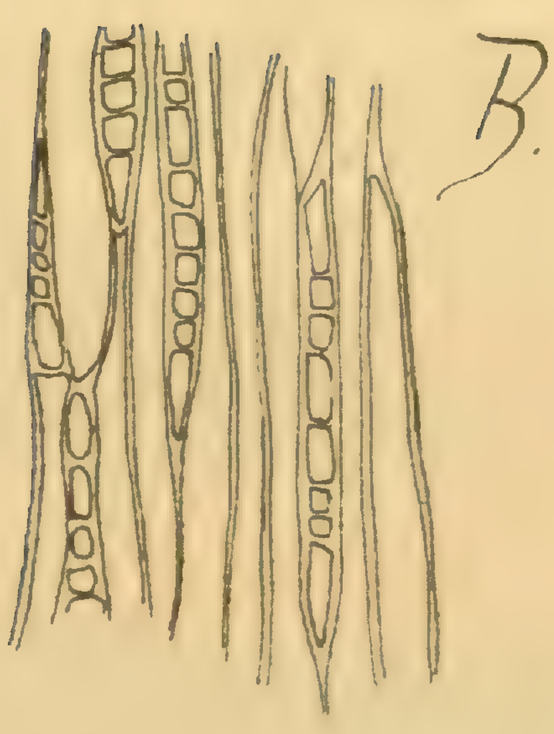


b

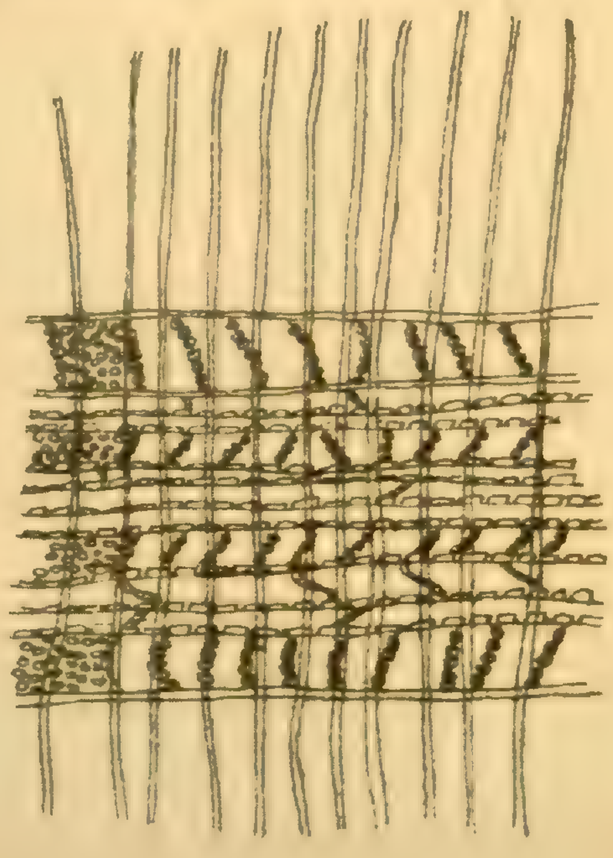
III.

Vergr. 460

Salix fajrea.



B.



b.

Vergr. 460

Markstrahlen und Gefässkomplexen. - IIb und C: Tangential- und Radialschnitte durch das Holz von Populus canadensis, p = Palissadenzellen, m = Mittelzellen (bloss am Markstrahlrand gelegen). - IIIB, C: Tangential- und Radialschnitt durch Salix Caprea; p = Palissadenzellen auch in der Mitte eines Markstrahls gelegen.

Literatur-Verweise.

(1) Piccioli, Tecnologia del Legno, Torino 1919, Seite 21. - (2) Stone, The timbers of Commerce and their identification, London 1905, Seite 237, 238. - (3) Burgerstein, Diagnostische Merkmale der Markstrahlen von Populus und Salix in Ber. D. bot. Gesellsch. XXIX (1911) Seite 679. - (4) Kny in Ber. D. bot. Gesellsch. VIII (189o) Seite 143 - 150. - (5) Hager-Mez, Das Mikroskop. und seine Anwendung 10. Aufl. (1908) Seite 235. - (6) Hager-Mez, l.c. 12. Aufl. (1920) Seite 172.

Promallomonas, eine neue Gattung der Chromulinaceae

von Fr. STEINECKE (Königsberg Pr.).

Genus Promallomonas Steinecke nov. gen. Einzuschalten vor Gattung Mallomonas Pty. - Diagnose: Protoplast von einer Hülle umgeben, in die dachziegelförmig über-

einandergreifende, einfache, rhombische, borstenlose Kieselplättchen in diagonalen Reihen eingelagert sind. Chromatophor wie bei Mallomonas. Geissel etwa körperlang. Cysten kugelig, gross, mit nach vorn liegendem Porus.

Species: Promallomonas aseta Steinecke nov. spec. - Zellen 20 Mikr. lang, 13 - 15 Mikr. breit. Borstenlose Kieselplättchen in 6 - 8 diagnonalen Reihen. Cysten 14 Mikr. im Durchmesser. - April.

Fundort: Zahlreich in einem kleinen Tümpel mit Übergangsmoor-Charakter am Aschmannspark bei Königsberg Pr. März, April.

Verlag von Prof. Dr. Mez, Königsberg Pr., Besselplatz 3. - Kommissionsverlag des Repertoriums, Prof. Dr. Fedde, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49. - Steindruck von A. Wilutzky, Königsberg Pr.

B O T A N I S C H E S A R C H I V

Zeitschrift für die gesamte Botanik.

Herausgegeben von Dr. CARL MEZ,

Professor d. Botanik a. d. Univers. Königsberg

II. Band, Heft 3.

Ausgegeben am 15. September 1922.

Verlag des Herausgebers, Königsberg Pr., Besselplatz 3 (an diese Adresse alle den Inhalt der Zeitschrift betreffenden Zuschriften). - Kommission: Verlag des Repertoriums, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49 (Adresse für den Bezug der Zeitschrift)
Alle Rechte vorbehalten. Copyright 1922 by Carl Mez in Königsberg.

Desmidiaceen aus dem Gebiete der Freien Stadt Danzig und dem benachbarten Pomerellen.

Von PAUL SCHULZ (Danzig Neufahrwasser).

Während die Phanerogamen und die Gefässkryptogamen der ehemaligen Provinz Westpreussen und damit des Danziger Gebietes von jeher liebevolle Beachtung und Bearbeitung gefunden haben, sind Algenstudien, speziell Untersuchungen über Desmidiaceen, hier nur vereinzelt betrieben worden.

In den Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig und in den Berichten des Westpreussischen Botanisch-Zoologischen Vereins werden Desmidiaceen nur gelegentlich erwähnt. Es geschieht dies in folgenden Arbeiten:

1. HENNINGS, Bericht über meine vom 31. VIII. bis 17. IX. 1890 ausgeführte kryptogamische Forschungsreise im Kreise Schwetz, 1891;

2. NITARDY, Die Algenflora des Kreises Elbing, 1897;

3. LAKOWITZ, Das Plankton des Klostersees bei Karthaus, 1898;

4. LAKOWITZ, Die winterliche Mikrofauna und Mikroflora des Klostersees bei Karthaus, 1899;

5. BAIL, Skizzen aus der Klasse der Algen, 1899.

SELIGO untersuchte bis 1890 die Mikroflora und -Fauna von 92 westpreussischen Seen. In seinen zahlreichen Publikationen hat er aber grundsätzlich nur die massenhaft auftretenden Organismen berücksichtigt, also solche, die im Stoffwechsel der Seen eine hervorragende Rolle spielen.

Die einzige umfangreichere Liste westpreussischer Desmidiaceen stammt von R. LUCKS, Botaniker der Landw. Versuchsstation zu Danzig. Im 29. Bericht des Westpreuss. Bot.-Zool. Vereins (1907) berichtet LUCKS über "Planktonstudien in Westpreussischen Seen" und gibt in seinem Verzeichnis die Namen von 57 Desmidiaceen an.

Der Umstand, dass Danzigs Algenflora bis jetzt noch nicht in systematischer Weise nach Desmidiaceen durchforscht worden ist, war mir Anreiz, mich dieser Aufgabe zu widmen.

Meine Untersuchungen umfassen die Zeit vom Frühjahr 1916 bis Frühjahr 1922 und erstreckten sich auf die ehemals westpreussischen Kreise Danzig-Stadt und Danzig-Land, Karthaus, Berent, Schöneck, Neustadt.

Für meine Untersuchungen standen mir zur Verfügung:

1. Etwa 200 selbstgesammelte Proben aus den genannten Kreisen;
2. Etwa 30 Proben, die Herr R. LUCKS in den Jahren 1910/11 im kassubischen Moorgebiet gesammelt hat;
3. 2 Proben von Herrn Mittelschullehrer KALKREUTH-Danzig aus der Gegend von Schöneck.

Im Frühjahr 1919 gedachte ich meine Untersuchungen auf breiterer Basis fortzusetzen. Zu diesem Zweck wurde ein Werberuf des Westpreuss. Bot.-Zool. Vereins in die Provinz hinausgesandt. In diesem Werberuf, der eine kurze Anleitung zum Sammeln und Konservieren von Algenmaterial enthielt und der von den Empfangsstellen an geeignete Personen weitergegeben werden sollte, wurden diese um Unterstützung und Zusendung des gesammelten Materials an meine Adresse gebeten. Der Aufruf blieb leider erfolglos; n i c h t e i n e Probe ging darauf ein! Das ist um so bedauerlicher, als bei den jetzigen Verkehrsbeschränkungen das Sammeln für den einzelnen ausserordentlich erschwert ist. Immerhin dürfte das bearbeitete Material, das im Laufe von 6 Jahren etwa 60 verschiedenen Örtlichkeiten entnommen wurde, ausreichen, um ein ungefähres Bild von der Desmidiaceenflora des untersuchten Gebietes zu liefern.

Die Aufsammlungen enthielten entweder Planktonmaterial, oder Schlammproben, oder aus Algenwatten und Moosrasen gewonnenes Material. Letzteres wurde immer durch ein mittleres Drahtsieb hindurch in das Planktonnetz ausgedrückt. Dies Verfahren war recht ergiebig und lieferte stets ein sehr konzentriertes Material. Allerdings hatten die so gewonnenen Proben den Nachteil, dass sie sich an heissen Tagen leicht zersetzten. In der Folge wurde darum immer ein Teil dieses Materials an Ort und Stelle konserviert.

Als Konservierungsflüssigkeit wurde zuerst 1 - 2% Formalin, später nur noch sogen. PFEIFFER'sches Gemisch, bestehend aus gleichen Volumteilen von 40% Formalin, Holzessig und Methylalkohol verwendet. Diese Fixierungsflüssigkeit ist dem Formalin durchaus überlegen: Selbst zarte und sonst gegen jede Konservierungsflüssigkeit äusserst empfindliche Objekte behielten bei Anwendung dieses Gemisches ihre natürliche Form ohne jede Spur von Schrumpfung.

Eine Gruppierung der untersuchten Gewässer nach formationsbiologischen Gesichtspunkten lässt sich nur schwer durchführen, weil die Lebensbedingungen, die sie der Tier- und Pflanzenwelt bieten, äusserst mannigfaltig sind. Insbesondere haben die zum Untersuchungsgebiet gehörigen Moorgewässer unter dem Einfluss der Kultur viel von ihrem ursprünglichen Charakter verloren, so dass fast jeder Tümpel seine besonderen ökologischen Verhältnisse aufweist, was sich in seiner Pflanzen- und Tierwelt deutlich wiederspiegelt. Nicht selten zeigen eng benachbarte, in ihrem Äussern durchaus gleiche Tümpel oder Torfstiche eine so grundverschiedene Mikrofauna und -Flora, dass hier eine Klarlegung der ökologischen Verhältnisse nicht leicht auszuführen ist. So enthielt z.B. ein alter Torfstich in einem Wiesenflachmoor bei Bahnhof Seeresen in der Hauptsache folgende Mikroorganismen: Sehr reichlich vertreten waren *Volvox globator* und *Dinobryon sociale* , ferner fadenbildende Desmidiaceen, wie *Hyalotheca dissiliens*, *Desmidium Swartzii*, *Sphaerozosma excavatum* und *Sph. vertebratum* , ausserdem *Closterium gracile* und *Cl. junctdum* . Die Mikrofauna fehlte fast vollständig.

Ein zweiter, etwa 5 m weiter liegender, in seinem Äussern durchaus gleicher Torfstich enthielt nur spärlich *Closterium gracile* und *Volvox globator* , dagegen Unmengen von Copepoden und Rotatorien, die im ersten Torfstich fast ganz fehlten. Das ist umso auffallender, als die beiden teichähnlichen Gewässer während des Sommers regelmässig von Gänseherden benutzt werden, die im Laufe des Tages mehrfach von dem einen zu dem andern Wasser wechseln und als Überträger von Mikroorganismen doch sicherlich eine bedeutende Rolle spielen.

Ähnliche Verhältnisse konnten in zwei zusammenliegenden und äusserlich ganz

gleichen Torfstichen der Grafschaft Sascoczyn im Kreise Danziger Höhe festgestellt werden. Während einige Züge mit dem Planktonnetz aus dem einen Stich nur klares Wasser lieferten, war bei dem zweiten das Fangglas nach wenigen Zügen dicht mit einem grünlichen Brei gefüllt, der sich bei Untersuchung als *Volvox globator* in Reinkultur herausstellte. Hier also eine Alge, die fast die Form einer Wasserblüte angenommen hat, dicht daneben, nur durch eine schmale Torfwand getrennt, kaum eine Spur tierischen und pflanzlichen Lebens!

Gegenüber solchen Verschiedenheiten wollen alle Versuche zu einer eingehenden formationsbiologischen Betrachtung versagen. Sicher werden schon geringe Unterschiede in der Wassertiefe oder in der Beschaffenheit des Untergrundes, noch mehr aber im Salzgehalt der Wohngewässer auf die Zusammensetzung der Mikroflora und -Fauna von bestimmendem Einfluss sein. Vielleicht könnten hier chemische Wasseranalysen in Verbindung mit entsprechenden Kulturversuchen einigen Aufschluss geben.

Wenn nun im folgenden trotzdem eine kurze f o r m a t i o n s b i o l o g i s c h e B e t r a c h t u n g angestellt werden soll, so kann es sich nur darum handeln, die untersuchten Gewässer nach zum Teil rein äusserlichen, deutlich in die Augen springenden Gesichtspunkten zu gruppieren und den Hauptlebensbedingungen der Mikroorganismen, speziell der Desmidiaceen, in diesen Lebensgebieten nachzugehen. Das von mir untersuchte Material verteilt sich auf folgende Örtlichkeiten:

1. Tote Wasserläufe.

Hierzu rechne ich die Tote Weichsel von Plehnendorf bis zu ihrer Mündung bei Neufahrwasser, die toten Mottlauarme innerhalb Danzigs, die Festungsgräben von Danzig und Weichselmünde, den von der Weichsel zum Sasper See führenden Kielgraben, die Alte Radaune von Praust bis zu ihrem Einfluss in die Mottlau. Alle diese Gewässer sind bis auf die Alte Radaune mehr oder weniger brackisch und darum den Desmidiaceen nicht zuträglich; nur einige *Closterium* - und *Cosmarium* -Arten kommen für sie in Frage. Im Gebiet der Weichsel, insbesondere in der seeartigen Verbreiterung bei Bohnsack und in den Festungsgräben konnten *Closterium Ehrenbergii* und *Cl. Leibleinii*, in den Festungsgräben ausserdem noch vereinzelt *Cl. lineatum* , *Cosmarium pachydermum, C. insulare* und besonders *Co. Botrytis* festgestellt werden. Dass die genannten Gewässer stark brackisch sind, beweist das häufige Vorkommen von *Enteromorpha prolifera, E. compressa,* ferner das regelmässige Vorkommen von *Bacillaria paradoxa* , einer ausgesprochnenen Brackwasserdiatomee, sowie das gelegentliche Vorkommen von *Surirella Gemma, Sur. striatula* u. a.

Die Alte Radaune kann als brackisch nicht eigentlich bezeichnet werden, obwohl sie dem Flussgebiet der untern Weichsel hinzuzurechnen ist Den grössten Teil des Jahres hindurch fliesst sie als schmales Rinnsal dahin. Zur Zeit des Frühjahrs- und Herbsthochwassers oder während der Schützzeit des Radaunekanals ist die breite Vorflut zwischen ihren Dämmen mit Wasser erfüllt. Aber nur das Wasser im eigentlichen Flussbett hat schnellen Lauf. Das zwischen den Buhnen befindliche Wasser bildet stille, ruhige Buchten mit nur geringer Strömung Grosse Schilfrohr- und Weidenbestände verlangsamen den trägen Wasserlauf noch mehr, so dass die vom Wasser mitgeführten Sinkstoffe hier schnell zur Ruhe kommen Die Sonne kann die verhältnismässig flache Wasserschicht leicht durchdringen und erwärmen und erzeugt eine Treibhaustemperatur, die ein üppiges Wachstum bewirkt Die hohen Dämme und die gleichfalls hohen Weidenbestände schwächen die Wirkung der von der Höhe kommenden rauhen Westwinde. So kann sich hier in kurzer Zeit eine Algenflora entwickeln, wie man sie in gleicher Üppigkeit so leicht nicht wieder antrifft Namentlich die Bacillariaceen entwickeln sich im Frühjahr und im Herbst hier in solchen Massen, dass die ganze Wasseroberfläche von einem dicken, braunen Schlamm erfüllt ist Ebenso günstig ist dieses Gebiet der Entwickelung von Fadenalgen Dichte Watten von *Spirogyra varians, Sp. jugalis* u. a., von *Vaucheria, Zygnema* und *Cladophora* treiben zwischen den Schilf- und Weidenbeständen und hängen nach dem Zurücktreten des Wassers überall im Gebüsch. Diese Algenwat-

ten beherbergen regelmässig auch die wenigen hier vorkommenden Desmidiaceen. Es sind dies: *Cl. Leibleinii* nebst fa *Boergesenii*, *Cl. moniliferum* nebst var. *concavum*, *Cl. Ehrenbergii*, *Cl. Lunula* mit var. *submoniliferum*, *Cl. Malinvernianum*, *Cl. acerosum Ehrb.* nebst var. *elongatum* und var. *minus*, *Co. Botrytis* und *Co. biretum*.

2. Strandseen.

Als solche kommen in Frage der Sasper See zwischen Danzig und Neufahrwasser, der etwa 1 km weiter westlich gelegene kleine Witt'sche See und der Heubuder See. Die beiden ersten sind entschieden brackisch; denn der Sasper See steht durch den Kielgraben mit der Weichsel in Verbindung, und der Witt'sche See bekommt bei Weichsel-Hochwasser und einwärts gerichtetem Strom durch Überschwemmung sicher oft genug Seewasser zugeführt; das beweisen die dort vorgefundenen marinen Diatomeen, wie *Tropidoneis van Heurckii*, *Stauroneis hyalina* und *Gyrosigma balticum*.

Vom Heubuder See kann ich das nicht mit gleicher Bestimmtheit behaupten. Es führt zwar von ihm ein Abflussgraben zur Weichsel; ob aber das Weichselhochwasser umgekehrt auch bis zum Heubuder See vordringt, entzieht sich meiner Kenntnis Jedenfalls liegt die Weichsel wesentlich tiefer.

In den genannten Seen kommen Desmidiaceen ebenso schlecht fort wie in den vorhin geschilderten toten Flussläufen. Nur *Cl. Ehrenbergii*, *Cl. acerosum*, *Cl. moniliferum* und *Co. Botrytis Men.* konnten dort festgestellt werden.

3. Mühlenteiche im Bereich des Glettkaubaches.

Der bei Glettkau in die Danziger Bucht mündende Glettkaubach hat in seinem Unterlauf etwa ein Dutzend künstlich geschaffene Mühlenteiche mit einheitlichem Charakter. Es sind rundliche, teichartige Buchten, die meist von einem *Phragmites*-Gürtel umsäumt sind. Infolge starker Ablagerung von Sinkstoffen ist der Grund mehr oder weniger schlammig. Zahlreiche höhere Wasserpflanzen, wie *Elodea*, *Chara*, *Potamogeton* *spec* und *Typha* bilden unter Wasser ein dichtes Pflanzengewirr, in dem sich ein reiches Tierleben regt. Das häufige Vorkommen von Schizophyceen, wie *Merismopedia elegans A. Br.*, *M. glauca Näg.*, *Oscillatoria princeps Vauch.*, *Spirulina major*, *Phormidium ambiguum Gomont*, *Ph. papyraceum (Ag.) Gomont*, *Lyngbya aerugineo-coerulea (Ktz.) Gomont* ist ein Zeichen, dass die Teiche leicht verschmutzt sind. Die steten Begleiter der Schizophyceen sind zahlreiche Bakterien. Diese bewirken eine schnelle Zersetzung des tierischen und pflanzlicheb Detritus und damit eine Bereicherung der betreffenden Gewässer mit nährstoffreichen Verbindungen. So schaffen sie die Vorbedingung für ein üppiges Pflanzenleben Im Sommer sind die Teiche von Algenwatten mehr oder weniger dicht bedeckt. In und unter diesen Watten finden Fische und Kleintiere Schutz gegen Sonnenbrand und reiche Nahrung In ihnen sind auch die wenigen hier vorkommenden Desmidiaceen regelmässig anzutreffen. Es sind dies: *Closterium moniliferum*, *Cl. Ehrenbergii*, *Cl. acerosum*, *C. Venus*, *Cl. Dianae*, *Cosmarium Botrytis Men.* und in einem Falle *Closterium attenuatum*. Besonders Beachtung verdient das Vorkommen von *Cl. moniliferum*, *Cl. Dianae* und *Cl. Venus*, die stete Begleiter der Schizophyceen zu sein scheinen.

Alle bisher geschilderten Gewässer sind stark kalkhaltig, denn ihre mit Salzsäure behandelten Schlammproben brausten stark auf. Die Desmidiaceen sind aber im allgemeinen kalkfeindlich. Daraus erklärt sich die Armut dieser Gewässer an Desmidiaceen

4. Torfige Wiesengräben.

Auch die im Gebiet vorkommenden, meist torfigen Wiesengräben bei Brosen, Lauental, Ohra-Niederfeld, St. Albrecht, Praust, Karthaus und Berent wurden mehrfach untersucht Sie sind alle ausgesprochene Flachmoorbildungen. Die Grabenränder sind vielfach von *Phragmites*-, *Glyceria aquatica*- und *Iris*-Beständen eingefasst, die rasch emporschiessen und die Gräben beschatten. Die noch freie Wasserfläche wird nicht selten von *Potamogeton*, *Hydrocharis* und *Lemna* dicht abgeschlossen, während unter Wasser *Elodea*, *Chara* und *Callitriche* dichte Bestände bilden Das Wasser ist oft stark verschmutzt, dann sind *Closterium moniliferum*, *Cl. Dianae*, *Cl. Venus*, *Cl. Ehrenbergii* und *Cl. acerosum* nebst ihren Varietäten

mit grosser Regelmässigkeit abzutreffen.

In schwach fliessenden Niederungsgräben kommen *Closterium Kützingii* und *Cl. rostratum* als neue Formen hinzu. Namentlich wurde *Cl. Kützingii* wiederholt in grösseren Mengen dort angetroffen. Die lang borstenförmigen, schwach gebogenen Zellenden dieser Desmidie scheinen den hier herrschenden besonderen Verhältnissen Rechnung zu tragen. Damit klammert sich die Alge an den mit dem Wasser flutenden Rasen von *Potamogeton* fest und trotzt so der leichten Strömung. Sicher ist jedenfalls, dass *Cl. Kützingii* auf diesen Rasen lebt; denn einige Züge mit dem kleinen Planktonnetz über den *Potamogeton*-Rasen lieferte stets kleinere oder grössere Mengen dieser Alge.

5. Flach- und Zwischenmoorbildungen.

Hierher gehören die meisten Torfstiche und Wiesenmoore, so die grösseren Brüche bei Kl. Kelpin, Nenkau, Ottomin, Seeresen, Dorf Kelpin, Kathaus, Berent, Kielau-Gedingen.

Sie sind im allgemeinen ausgezeichnet durch farbloses, nährstoffreiches Wasser, üppiges Pflanzen- und Tierleben und den Mangel an Humussäure. Fäulnisbakterien finden hier einen günstigen Boden und sorgen für schnelle Zersetzung. Alte Torfstiche sind oft von *Potamogeton, Hydrocharis* oder *Hypnum*-Rasen dicht angefüllt. Die eigentlichen Moorlöcher zeigen am Rande meist ein üppiges Moospolster von *Hypnum* , seltener *Sphagnum*, durchflochten von *Potamogeton, Scheuchzeria palustris, Alisma Plantago, Menyanthes trifoliata* u. a. Was diese Gewässer von allen früher genannten scharf unterscheidet, ist ihre grosse K a l k a r m u t . Dies ist auch der Grund, warum sie von Desmidiaceen bevorzugt werden. Sie bieten dem Sammler im Sommer, wenn der *Hypnum*-Rasen verhältnismässig wenig Wasser führt, reichste Ausbeute. Die Desmidiaceen kommen dann zwar nicht in besonders grosser Individuenzahl, aber in zahlreichen Spezies vor. Zur Aufzählung derselben ist hier nicht der geeignete Ort; ich verweise dieserhalb auf das systematische Verzeichnis.

6. Moorige Landseen.

Sie sind charakterisiert durch schlammigen Untergrund, ein dichtes Gewirr von untergetauchten Wasserpflanzen in der Uferzone und einen mehr oder weniger breiten *Phragmites*-Gürtel. Sie unterscheiden sich von den früher geschilderten Strandseen eigentlich nur durch den Mangel an Salz. Untersucht wurden Mariensee und Kleiner See bei Meisterswalde, Nenkauer- und Ottominer See, Seeresener, Wodzno- und Zigelnosee bei Seeresen, Leesener See, Kelpiner-, Kloster- und Krugsee bei Karthaus. Den genannten Seen wurden mehrfach und zu verschiedenen Jahreszeiten Plankton- uns Schlammproben entnommen; doch konnten ausser *Closterium moniliferum, Cl. Ehrenbergii, Cl. Lunula* und *Cl. parvulum* keine Desmidiaceen festgetstellt werden. Die betreffenden Closterien waren ausschliesslich auf die Uferzone beschränkt, wo sie wahrscheinlich von Wasserpflanzen abgestreift wurden.

Die Planktonproben enthielten in mehreren Fällen *Cosmarium protractum (Näg.) de Bary* und *Co. Turpinii Bréb.* nebst der var. *Podolicum Gutw.* Diese beiden Cosmarien wurden n u r a n d i e s e n S t e l l e n angetroffen; sie scheinen demnach für das Plankton unserer Landseen charakteristisch zu sein. Die Plankton-Proben enthielten weiter neben verschiedenen Copepoden und Rotatorien reichlich Planktondiatomeen und Pediastren und in einigen Fällen Wasserblüte bildende Schizophyceen, so im Wodznosee mehrfach *Rivularia echinulata P. Richter* in ungeheuren Mengen, im Kelpiner See *Anabaena spiroides Kleb.* und im Kl. See bei Meisterswalde *Anabaena circinalis (Ktz.) Rbh.*

Eine Ausnahme machen Kelpiner- und Zigelno- oder Okunkensee. Beide liegen in der Nähe grösserer Moore, die zu gewissen Zeiten ihr überschüssiges Wasser wahrscheinlich an die Seen abgeben. Jedenfalls beherbergen diese beiden Seen einige seltene Desmidiaceen, deren Vorkommen sich nur so erklären lässt, z.B. *Micrasterias americana (Ehrb.) Ralfs, M. radiata Hass., M. Mahabuleshwarensis var. Wallichii (Grun.) West, M. apiculata (Ehrb.) Menegh., M. papillifera Bréb., Closterium Lunula (Müll.) Nitzsch, Cl. spetsbergense Borge.*

An Planktonformen kommen hinzu: *Cosmarium protractum, Co. Turpinii, Co formo-*

sulum Hoff, Co. ochthodes fa. granulosum Lütkem., Co. angulare Johns., Euastrum gemmatum Bréb., Staurastrum Arctiscon (Ehrb.) Lund , St. cyathodes var. gracilis nov. var. Diese Planktondesmidiaceen fehlen bis auf *Cosmarium ochthodes* und *Staurastrum Arctiscon* den benachbarten Mooren vollständig; sie können also nicht mit deren Abflüssen in die Seen hineingekommen sein. Sicher wird aber das zugeflossene Moorwasser ihr Fortkommen in den Seen begünstigen.

7. Kesselmoore, Moorteiche und Moorseen.

Als Kesselmoore bezeichne ich einige meist hochgelegene, kesselartige Moortümpel innerhalb der stark hügeligen Moränenlandschaft der "kassubischen Schweiz", die eine gewisse Unberührtheit bewahrt haben, weil vor ihnen jede Kultur hat Halt machen müssen. Sie sind bald grösser, bald kleiner und haben hochmoorartigen Charakter. (Ich muss aber bemerken, dass eigentliche Hochmoore im Beobachtugsgebiet fehlen.) Ihre Uferzone besteht meist aus *Sphagnum*-Schwingrasen, der weiterhin eine flutende Decke bildet. Ganz ähnliche Verhältnisse zeigen auch die meist in Kiefernwäldern gelegenen Moorteiche und Moorseen, nur dass hier die freie Wasserfläche entsprechend grösser ist. Oft umschliesst das Sphagnetum nur einen Teil des Ufers. Indem es auch gegen den Wald hier vordringt, und an Heidesträuchern oder Kiefern emporwächst, entstehen um diese heraum Bulte und zwischen ihnen kesselartige Vertiefungen oder Schlenken. An Heidesträuchern finden sich nicht selten *Andromeda polifolia, Ledum palustre, Calluna vulgaris, Vaccinium uliginosum,* dazwischen *Eriophorum* und *Carex*-Arten. Im Sommer färben die roten Tentakel der *Drosera*-Arten manche Stelle hochrot.

Kesselmoore wurden angetroffen bei Hoch-Kelpin in der Nähe des Nenkauer Sees, bei Ottomin, Seeresen, Dorf Kelpin, Berent.

An Moorteichen und Moorseen wären zu nennen: der kleine Heidsee und das Eulenbruch im Heubuder Walde, der Schwarze See bei Karthaus, ein namenloser Bruchsee im Rosenbruch bei Dorf Kelpin, ein Moorteich auf der Höhe von Dorf Kelpin, nahe am Zigelnosee, der besonders seltene Desmidiaceen beherbergt und den ich in der Folge als Zigelnobruch bezeichne, endlich der Kl. Borowosee bei Schöneck.

Alle diese Gewässer sind nährstoffarm, reich an Humussäure und darum auch bakterienfrei. Ihr Wasser zeigt die charakteristische braune Moorfärbung. SCHLENKER (1908) und nach ihm STEINECKE (1916) haben darauf hingewiesen, dass der Mangel an Nährstoffen im Hochmoor Kümmerformen oder "Moorformen" in der Pflanzenwelt erzeuge und zwar sowohl bei den Phanerogamen als auch bei den Kryptogamen. Ähnliche Beobachtungen habe ich auch wiederholt machen können. *Netrium digitus, Closterium Dianae, Cl. Archerianum* u. a. wurden wiederholt als Kümmerformen angetroffen.

Die meisten Desmidiaceen dieser hochmoorartigen Gewässer bewohnen den Sphagnumrasen. Hier finden sie dauernd dieselben Wasserverhältnisse und Schutz gegen übermässige Licht- und Wärmeeinwirkung. Einige grössere Formen bevorzugen den Grundschlamm der Uferzone, z.B. *Closterium turgidum Ehrb., Cl. didymotocum Ralfs, Cl. Braunii Reinsch* , die grösseren *Pleurotaenium-, Cosmarium-* und *Micrasterias*-Arten. Im freien Wasser der Blänken treiben *Closterium lineatum Ehrb., Cl. macilentum Bréb., Cl. pronum Bréb., Cl. gracile Bréb., Cosmarium Palangula Bréb., Euastrum binale (Turp.) Ehrb., Staurastrum gracile Ralfs, St. Arctiscon (Ehrb.) Lund, St. brachiatum Ralfs.* Es sind dies Formen, die durch schlanke, nadelförmige Gestalt oder durch Scheibenform oder durch Ausbildung zahlricher starr abstehender Arme als Schwebeformen gekennzeichnet sind. Im übrigen ist die Zusammensetzung der Desmidiaceenflora auch in diesen hochmoorartigen Gebieten recht wechselvoll. Einige wenige Formen könnten vielleicht als "Leitformen" angesprochen werden, so *Netrium digitus, Tetmemorus granulatus, Cosmarium Palangula* und *Xanthidium antilopaeum* für die Verlandungszone, *Closterium lineatum, Cl. gracile, Cl. pronum* für das freie Wasser. Die Hauptmasse der Hochmoordesmidiaceen kennt hier aber weder Gesetz noch Regel; bei ihrer Erbeutung ist der Sammler durchaus auf den Zufall angewiesen. Genauere Mitteilung über das Vorkommen der einzelnen Spezies findet sich in dem folgenden systematischen Teil.

SYSTEMATISCHER TEIL.

I. SACCODERMAE (Lütkem. 1902).

Genus *Gonatozygon* De Bary.

1. G. Brébissonii De Bary; West, Mngr. I t. 1 fig. 8 - 11. Torfstiche bei Meisterswalde, Kelpiner- und Zigelnosee.

2. G. monotaenium De Bary var. brevior Schmidle; Migula, Krypt. Fl. II pag. 559. Meisterswalde, Seeresen.

Genus *Spirotaenia* Bréb.

1. S. condensata Bréb.; West I, t. 2 f. 7 - 10. Zigelnobruch, Moortümpel bei Mariensee.

Genus *Cylindrocystis* Menegh.

1. C. Brébissonii Menegh.; West I, t. 4 f. 23 - 29. Torfstiche bei Bahnhof Seeresen, Mariensee.

2. C. crassa De Bary; West I, t. 4 f. 33 - 38. Moortümpel Feldmark Seeresen.

Genus *Mesotaenium* Naeg.

1. M. macrococcum var. micrococcum (Ktz.) West et G.S.W.; Mngr. I, t. 4, f. 1-3. Sphagnetum Forst Mariensee; auch Teilungsstadien wie bei West, t. 4, f. 2.

Genus *Netrium* Naeg.

1. N. digitus (Ehrb.) Itzigs. u. Rothe; West I, t. 6 fig. 14 - 15. In Sphagnumsümpfen verbreitet.

Var. *lamellosum (Bréb.) Grönblad,* Finnländ. Desm. p. 13; West I, t. 6 f. 16. Synon. = *Penium lamellosum Bréb.* Schon KLEBS (1880) und STEINECKE (1916) haben *P. lamellosum* als Varietät zu *P. digitus* gestellt. GRÖNBLAD folgt ihnen hierin, trennt aber die Artengruppe im Anschluss an LÜTKEMÜLLER als *Netrium* von *Penium* ab und gibt der var. *lamellosum* die entsprechende Neubenennung. Sphagnetum Berent.

Die von DICK (Desm. Südbayern 1919 p. 232 t. XI f. 2) erwähnte fa. kommt auch hier vor und zwar in sehr wechselnder Grösse Es wurden hier Formen von 144 - 384 mikr Länge und 38 - 72 mikr Breite beobachtet, die Enden waren 20 - 26 mikr breit. Alle Exemplare stimmen mit der DICK'schen Form in den schnabelartig vorgezogenen, breit gestutzten Enden überein. Wegen ihrer Mittel-Einschnürung dürfte die Form wohl zur var. *lamellosum* zu stellen sein, und sie wäre dann am besten als fa. *rostrata* zu bezeichnen. Fig. 1a - c Fig. 1c lässt auch die von DICK in seiner Abbildung angedeutete Perforierung der Membran erkennen. Neben der konstrikten Form finden sich auch häufig solche mit vorgewölbter Zellmitte (Fig. 1b); auch sie gehören zur fa. *rostrata.* Forst Mariensee.

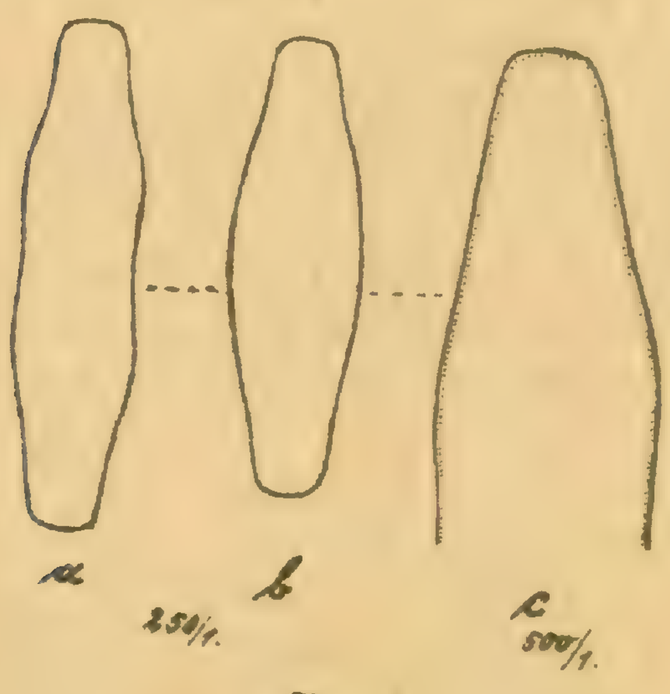


Fig. 1

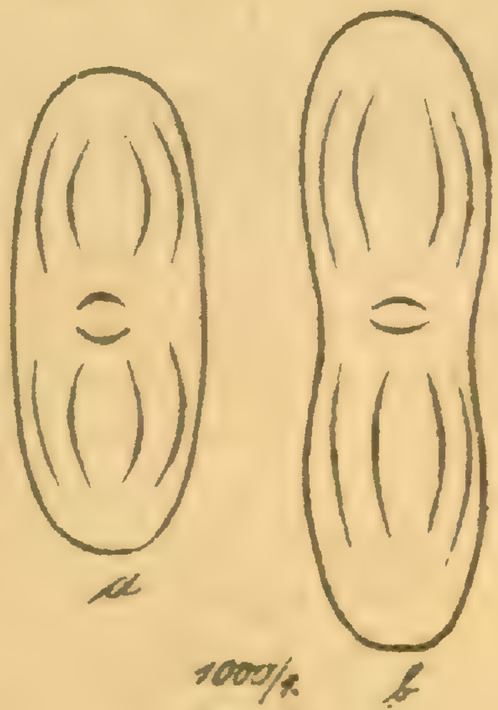


Fig. 2.

2. N. interruptum (Bréb.) Lütkem.; West I, t. 7, f 1 - 2. Zigelno- und Rosenbruch, Seeresen, Schlawkau.

3. N. Nägelii (Bréb.) West , Mngr I, t. 7, f. 4 - 5. Feldmark Seeresen.

4. N. oblongum (De Bary) Lütkem., West I, t. 8, f. 1 - 3 fa. - Fig. 2a. In einem im Forst Mariensee gelegenen Sphagnetum fand sich nicht selten ein *N. oblongum,* das im Umriss dem *N. digitus* var. *latum Hustedt* (Desm. Tirol 1911, p. 314, f. 5) glich. Es ist aber nur 38 mikr lang und 16 mikr breit und passt nach Form und

Grösse besser zu *N. oblongum*. Auch konstrikte Formen (Fig. 2b) wurden dort mehrfach beobachtet. Sie waren in der Regel 50 - 55 mikr lang und 15 mikr breit. Es wäre nicht ausgeschlossen, dass es sich um Teilungsstadien der Fig. 2a handelt.- Eine sehr ähnliche Form ist das von HEIMERL (Desm. alp. t. V f. 3) abgebildete *Penium closterioides Ralfs* fa., das aber doch wesentlich schlanker ist.

II. PLACODERMAE (Lütkem. 1902).

Genus *Penium* (Bréb.) Lütkem.

1. P. cylindrus (Ehrb.) Bréb.; West I, t. 6, f. 1 - 3. Forst Mariensee.
Var. silesiacum Kirchner, Alg. Schles p. 143. Dicht und unregelmässig mit derben, kegelförmigen Warzen besetzt, 70 mikr lang, 18 mikr breit. Rosenbruch, selten.
2. P. Jenneri Ralfs, Brit. Desm. t. 33, f. 2; West I, t. 7, f. 20 - 21. Sphagnumtümpel bei Berent und Schlawkau.
3. P. margaritaceum Ralfs, Brit. Desm. t. 25, f. 1; West I, t. 8, f. 32 - 35. Rosenbruch.
Var *punctatum Ralfs,* l.c. t. 25, f. 1d. Neben der Stammform.
4. P. phymatosporum Nordst., Desm Ital t. 12, f. 1. - Hierzu rechne ich die in Fig. 3 abgebildete Form. Sie stimmt im Umriss mit *P. phymatosporum* gut überein, ist aber grösser, 72 mikr lang, 26 mikr breit, nach NORDSTEDT 52 - 60 mikr lang, 22 - 25 mikr breit. Die Membran ist sehr fein längsgestreift, n i c h t p u n k t i e r t, wie bei dem sehr ähnlichen, tiefbraunen, fein punktierten *Pen. rufescens Cl.* (West I, t. 6, f. 12).

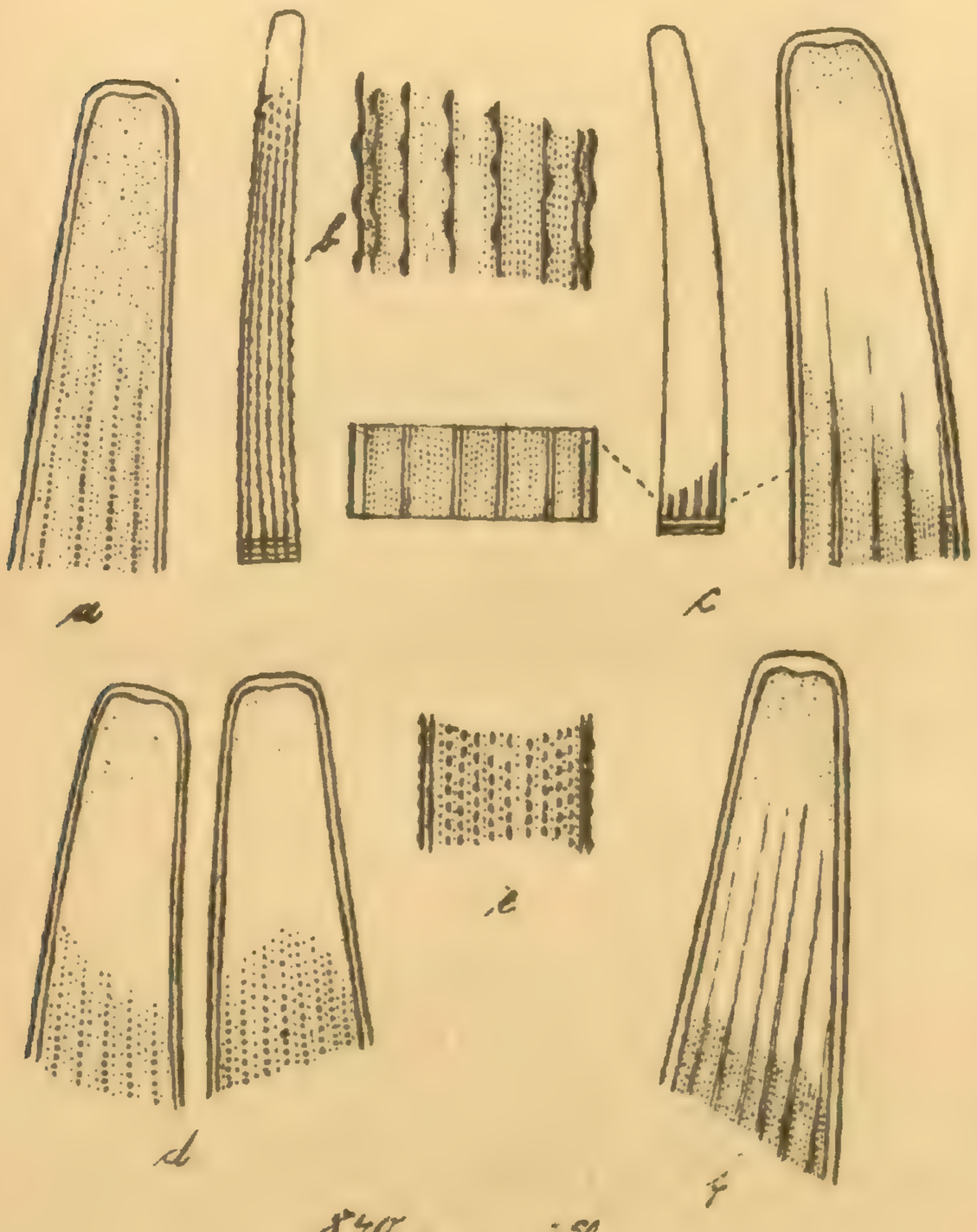
Fig. 3.

5P. spirostriolatum Barker ; West I, t. 9, f. 1 - 8. Nach STEINECKE (1916 Zehlau) ein typisches Eiszeitrelikt. Nur in hochgelegenen Moorkesseln der Kassubischen Schweiz, z.B. bei Meisterswalde, Marienssee und Schlawkau.

Genus *Closterium* Nitzsch.

1. Cl. acerosum (Schrank) Ehrb.; West I, t. 18, f. 2 - 5. Niederungsgräben bei Danzig und Heubude, Mühlenteiche des Glettkaubaches.
Var *elongatum Bréb.;* West I, t. 18, f. 1. - Zuweilen neben der Art.
Var *minus Hantzsch;* Migula, Krypt. Fl. II, p. 378. - Wie vorige.
Var *subangustatum Klebs,* Desm. Ostpreuss. t. 1, f. 9b, c.- Moortümpel neben dem Kl. Heidsee im Heubuder Wald.
2. Cl. acutum (Lyngb.) Bréb.; West I, t. 23, f. 9 - 14. Meisterswalde, Schlawkau.
Var *Linea (Perty) West et G.S.W.;* l.c. t. 23, f. 15. - Neben der Art.
3. Cl. angustatum Ktz.; West I, t. 12, f. 11 - 13. In Sphagnumsümpfen und alten, mit *Sphagnum* gefüllten Torfstichen nicht selten. Sehr gesellig lebend und oft reine Aufsammlungen bildend. In einer solchen Aufsammlung aus dem Rosenbruch wurde eine vollständige F o r m e n r e i h e (Fig. 4 a - f) beobachtet, die das Verwandtschaftsverhältnis von *Cl. angustatum Ktz., Cl. intermedium Ralfs* und *Cl. Ulna Focke* in einem neuen Lichte erscheinen lässt. Gemeinsam war allen Individuen die regelmässige, mehr oder weniger feine Perforierung der Zellmembran. Die Poren waren überall in feine Längsreihen angeordnet, nur die Zellenden waren unregelmässig punktiert. Neben dem typischen *Cl. angustatum* (Fig. 4c) mit 4 meist schwach spiralig verlaufenden derben Längsrippen fand sich fa *Boergesenii* Gutwinski (Fig. 4b), deren 4 Längsrippen in Wulstreihen aufgelöst sind. Anders Individuen (Fig. 4f) waren mit 6 oder 8 kräftigen Längsrippen ausgestattet; sie würden also dem typischen *Cl. intermedium* entsprechen. Fig. 4a zeigt 18 aus feinen Punktreihen gebildete Streifen. Wenn man von den 4 etwas kräftigeren Punktreihen absieht, hat man ein typisches *Cl. Ulna* vor sich. Tatsächlich wurde die Form auch von einem meiner Herren Korrespondenten nach einem eingesandten Präparat als *Cl. Ulna* bestimmt. Da nun, abgesehen von der verschiedenen

Struktur der Zellmembran, alle Individuen in Form und Grösse, besonders auch in der Ausbildung der Zellenden übereinstimmen, liegt die Vermutung nahe, dass die drei genannten Spezies gemeinsamen Ursprungs sind. Die Ausgangsform scheint *Cl. Ulna* mit 16 und mehr feinen Längsstreifen zu sein, die aber hier immer aus feinen Punkten (Poren) bestehen. Bei starker Vergrösserung und hoher Tubusstellung treten in Fig. 4a vier Punktreihen deutlicher hervor; offenbar sind hier die Poren kräftiger entwickelt. Diese Form wäre als ein in der Entwickelung begriffenes *Cl. angustatum* anzusehen. Indem dann etwa 2 - 3 dieser kräftigeren Punkte zusammenfliessen, während ebensoviel benachbarte sich weniger kräftig entwickeln, mag fa. *Boergesenii Gutw.* (Fig. 4b) entstehen. Holen später die in ihrer Entwickelung gehemmten Punkte ihr Wachstum nach, so fliessen die Wulstreihen zu vier kräftigen Rippen zusammen, und ein typisches *Cl. angustatum* ist fertig. Für diese Annahme spricht auch eine Beobachtung, die einige Jahre zurückliegt. Ein *Cl. angustatum* aus einem Sphagnetum bei Berent zeigte sowohl die typischen Merkmale der Stammform, als auch die der fa. *Boergesenii*. Die rotbraunen a l t e n Zellenden waren g l a t t gerippt; ein eingeschobenes helleres, also j ü n g e r e s Mittelstück zeigte a l l e i n die für fa. *Boergesenii* typische Auflösung der Rippen in Wulstreihen. In ähnlicher Weise lassen sich die übrigen Formen der Fig. 4 erklären. Fig. 4a wäre also ein *Cl. Ulna*, bei dem 5 bzw. 8 Punktreihen sich kräftiger und zwar in der Richtung nach *Cl. intermedium* hin entwickeln. Die in der Entwickelung begriffenen Rippen sind oft nur sehr schwer, am besten bei hoher Tubuseinstellung zu beobachten. Fig. 4e entspricht etwa Fig. 4b. Hier sind einzelne Punkte in der Entwickelung vorausgeeilt, so dass ein *Cl. intermedium var. sculptum Racib.* entstanden ist. Fig. 4f entspricht Fig. 4c und stellt ein typisches *Cl. intermedium* dar.



840/1 und 350/1.
Fig. 4.

Mit vorstehenden Ausführungen soll natürlich nicht gesagt sein, dass die Entwickelung der 3 genannten Spezies so erfolgen m u s s, sondern dass sie auch einmal in der angedeuteten Weise erfolgen k a n n. Bei Teilungsvorgängen wird natürlich aus einem typischen *Cl. angustatum* immerwieder ein solches entstehen, höchstens könnten, wie es auch in einem schon angeführten Fall bereits beobachtet worden ist, die neuen Zellhälften ein abweichende Membranstruktur haben. Ein endgiltiges Urteil lässt sich auf Grund meiner Einzelbeobachtung in dieser Sache natürlich nicht fällen. Jedenfalls glaubte ich aber mit meinen diesbezüglichen Beobachtungen nicht zurückhalten zu dürfen.

4. *Cl. Archerianum Cleve;* West I, t. 11, f. 8. - In alten Stichen und Tümpeln nicht selten.

Var. *compressum Klebs,* Desm. Ostpreuss. t. 1, f. 11a. - Feldmark Seeresen

5 *Cl. attenuatum Ehrb.;* Ralfs, Brit. Desm. t. 29, f. 5a, b; West I, t. 22, fig. 1 - 3. - Sphagnumtümpel Seeresen, sehr vereinzelt.

6. *Cl. Baillyanum Bréb.;* Ralfs, Brit. Desm. t. 28, f. 7c, d (Syn. = *Cl. didymo-*

tocum β Ralfs). Meisterswalda, Seerosen, Zigelnobruch.
7. Cl. Braunii Reinsch, Algenfl. Mittl. Frank., t. 12, f. 5 (Syn. = *Cl. areolatum Wood*). - Ein seltenes und charakteristisches *Closterium*! Hier nur in einem Moorkessel bei Meisterswalde und im Zigelnobruch vorkommend. In Europa nur von REINSCH aus Franken und von GRÖNBLAD aus Finnland gemeldet. Die hiesige Form ist breiter als finnische und brasilianische Exemplare.
8. Cl. Cornu Ehrb.; Ralfs, Brit. Desm. t. 30, f. 6; West I, t. 20, f. 1 - 5. - Rosenbruch, Seeresen.
9. Cl. costatum Corda; West I, t. 13, f. 2. - In einem Moorkessel auf der Halbinsel Hela sehr häufig und variabel. Vertreten waren dort neben der typischen Form :
fa. *Klebsii Grönblad;* Finnl. Desm. t. 5, f. 38.
Var. *Westii Cushm.;* Grönblad, l.c. t. 5, f. 39.
"Moorformen" von nur 200 mikr Länge und 20 - 22 mikr Breite nicht selten. Eine besondere Form (Fig. 5) zeigt die auch von WEST (Mngr. I, p. 121) erwähnte feine Punktierung zwischen den Rippen. Besonders eigenartig ist die Ausbildung der Querstreifen, auf denen die Rippen als grobe Punkte erscheinen. Ungewöhnlich ist die Vorwölbung auf der Bauchseite, wodurch sich die Form der fa. *Klebsii Grönbl.* nähert, bei der die Vorwölbung allerdings wesentlich stärker ist.

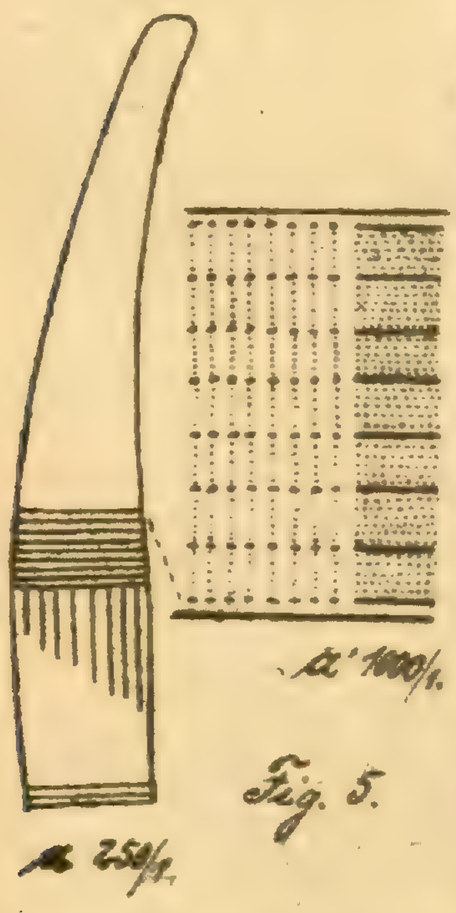


Fig. 5.

10. Cl. Cynthia de Not.; West I, t. 11, f. 1 - 2. - Hela, Zigelnobruch.
11. Cl. Delpontii (Klebs) Wolle. (Syn. = *Cl. Ralfsii a. Delpontii Klebs,* Desm. Ostpreuss. t. II, f. 5a, c). - WEST (Mngr. I, p. 184) hat *Cl. Delpontii* als Syn. zu *Cl. decorum Bréb.*gestellt, was wohl nicht ganz korrekt ist; denn *Cl. decorum* hat eine fein g e s t r e i f t e Membran, während bei Cl. *Delpontii* die Streifen aus P u n k t r e i h e n bestehen. Das typische *Cl. decorum Bréb.* ist hier nicht beobachtet worden.
12. Cl. Dianae Ehrb.; West I, t. 15, f. 1 - 6. - Häufig und verbreitet, zuweilen auch "Moorformen". Mehrfach wurden Exemplare angetroffen, deren Membran eine äusserst feine, dichte und unregelmässige Perforierung erkennen liess. Solche Porenbildungen sind gewiss häufiger, als allgemein angenommen wird. Nach meiner Erfahrung treten sie besonders in älterem Glycerinmaterial deutlich hervor. Ein systematischer Wert kommt ihnen im Allgemeinen nicht zu. Nur dort, wo sie konstant in charakteristischer Anordnung auftreten, wird man sie mit Nutzen auch für die Systematik verwerten dürfen. Für Autoren von Lokalfloren dürfte es sich vielleicht empfehlen, derartige Formen allgemein als F o r m a e p e r p o r o s a e hervorzuheben (vergl. Fig. 85a).
13. Cl. didymotocum Ralfs, Brit. Desm. t. 28, f. 7a, b. - Moorkessel, Meisterswalde, Zigelnobruch. Nicht selten auch eine fa. *perporosa,* ähnlich der von DICK, Desm. Südbayern 1919 p. 236 erwähnten und t. 11 f. 1 abgebildeten Form, die GRÖNBLAD (Finnl. Desm. p. 17) seiner fa. *maxima* nahestellt.
14. Cl. Ehrenbergii Menegh.; West I, t. 17, f. 1 - 4. - Niederungsgräben, Mühlenteiche.
15. Cl. gracile Bréb.; West, l.c. t. 21, f. 8 - 12. - Moorteiche, Moorseen.
Var. *tenue (Lemm.) West,* l.c. t. 21, f. 13. - Meisterswalde, Rosenbruch, Seeresen.
Var. *elongatum West,* l.c. t. 21, f. 14 - 16. - Wie vorige.
16. Cl. idiosporum West, Mngr. I, t. 23, f. 20 - 21. - Eine Probe aus alten Torfstichen bei Seeresen enthielt mehrfach ein *Closterium* (Fig. 6), das nach liebenswürdiger Mitteilung von Herrn Prof. Dr. KAISER-Traunstein whrscheinlich zu *Cl. idiosporum West* gehört. Es ist ausgezeichnet durch scharf gestutzte Enden, 210 - 230 mikr lang und 7 mikr breit. Die WEST'schen Exemplare sind allerdings etwas breiter. *Cl. idiosporum* wurde s. Zt. von KAISER in den alten Elbe bei Schönebeck mit Zygoten aufgefunden.

17. *Cl. incurvum Bréb.;* West I, t. 15, f. 28 - 30. - Hela, Schlawkau.
18. *Cl. intermedium Ralfs,* Brit. Desm. t. 29, f. 3a - c; West I, t. 14, f. 1 - 5. Sphagnumsümpfe bei Mariensee und Seeresen, Rosenbruch.

Var. sculptum Racib.; Nov. Desm. t. 7, f. 19. - Hier mit 6 und 8 (nicht! 9) aus langen, oblongen Körnchen gebildeten Streifen vorkommend (cfr. *Cl. angustatum!)* - Zuweilen neben der Stammform.

a' 450/1.
Fig. 6.

19. *Cl. Jenneri Ralfs;* West I, t. 15, f. 23 - 25. - Häufig in einem Moorkessel auf Hela, seltener in Sphagnumtümpeln bei Mariensee und Seeresen.

20. *Cl. juncidum Ralfs,* Brit. Desm. t. 29, f. 6. - Rosenbruch, Zigelnobruch, Zigelnosee.

Var. brevior Roy; West I, t. 14, f. 15. - Meisterswalde, Seeresen.

21. *Cl. Kützingii Bréb.;* West I, t. 25, f. 6 - 11. - Niederungsgräben, Torfstiche und Moortümpel.

22. *Cl. Leibleinii Ktz.;* Ralfs, Brit. Desm. t. 28, f. 4; West I, t. 16, f. 9 - 14. - Alte Radaune, Festungsgraben Danzig.

Fa. Boergesenii Schmidle, Alg. Geb. Oberrh. p. 548. - Wie vorher, neben der Art.

23. *Cl. libellula Focke;* West I, t. 7, f. 6 - 7. (Syn. = *Penium libellula (Focke) Nordst.* - Meisterswalde, Seeresen, Zigelnobruch.

Var. intermedium Ro. West I, t. 7, f. 11. - Seeresen, Mariensee.

Var. interrupta West, West I, t. 7, f. 9.- Seeresen

24. *Cl. lineatum Ehbg.* West I.t 24.f 1-5 Meisterswalde.Zigelnobruch, Seeresen. - Streifen von feinsten Punktreihen begleitet; cf. GRönblad, Finnl. Desm. t. 4, f. 11!

25. *Cl. Lunula (Müll.) Nitzsch;* West I, t. 18, f. 8 - 8. - Seeresen, Scharshütte, Zigelnobruch, Kelpiner- und Zigelnosee.

Var. coloratum Klebs, Desm. Ostpreuss. t. I, f. 1a, c, d. - Kelpiner und Zigelno-See.

Var. submoniliferum Klebs, l.c. t. I, f. 9a. - Wie vorige.

26. *Cl. macilentum Bréb.;* West I, t. 12, f. 8 - 10. - Mariensee, Meisterswalde, Seeresen.

27. *Cl. Malinvernianum de Not.;* West I, t. 17, f. 5 - 6. - Alte Radaune, Zigelnosse. Bevorzugt leicht verschmutztes, eisenhaltiges Wasser, wie auch DICK angibt.

28. *Cl. moniliferum (Bory) Ehrb.;* West I, t. 16, f. 15 - 16. - Alta Radaune, Festungsgräben, Zigelnosee. Die von DICK (Desm. Südbayern p. 235) unter b angeführte und t. XI, f. 4 abgebildete Fa. II. entspricht genau dem von KLEBS (Desm. Ostpreuss. t. I, f. 8b) abgebildeten Typus.

Var. *concavum Klebs,* l.c. t. I, f. 5a, b. - Alte Radaune.- Typus und Varietät nur in leicht verschmutztem Wasser angetroffen.

29. *Cl. Navicula (Bréb.) Lütkem.* (Syn. = *Penium Navicula Bréb.)* West I, t. 7, f. 12 - 15. - Bevorzugt Sphagnumtümpel.

Fa. *Willei Schmidle;* Migula, Krypt.-Fl. II, p. 366. - Enden scharf gestutzt. Rosenbruch, Schlawkau.

30. *Cl. nematodes Josh.* var. *proboscideum Turn.;* Borge, Arch. Bot. VI (1906) p. 18, t. I, f. 11. - Bisher nur von TURNER aus Ostindien, durch SCHMIDLE (Hedwigia XL, p. 346) von den Carolinen, von BORGE aus Schweden und durch BRÖNBLAD aus Finnland bekannt. Für Deutschland neu. Charakteristisch sind die Membranaufblähungen kurz vor den Enden. Unsere Form (Fig. 7) ist etwas breiter und dabei enger gestreift als die schwedische. 316 : 40 mikr.

31. *Cl. parvulum Naeg.;* West I, t. 15, f. 9 - 12. - Verschmutzte Torflöcher.

32. *Cl. praelongum Bréb.;* West I, t. 21, f. 1 - 2. - Zigelnobruch, sehr vereinzelt. Exemplare aus Seeresen waren nur 410 mikr lang und 12 mikr. breit.

33. *Cl. Pritchardianum Arch.;* West I, t. 22, f. 6 - 14. - Moorkessel in Seeresen und Nenkau.

34. *Cl. pronum Bréb.;* West I, t. 23, f. 1 - 3. - Rosenbruch, Zigelnobruch, offene Blänken.

35. *Cl. Ralfsii Bréb.;* Ralfs, Brit. Desm. t. 30, f. 2a, b; West I, t. 24, f. 6 - 7. - Moorkessel Meisterswalde, Seeresen.

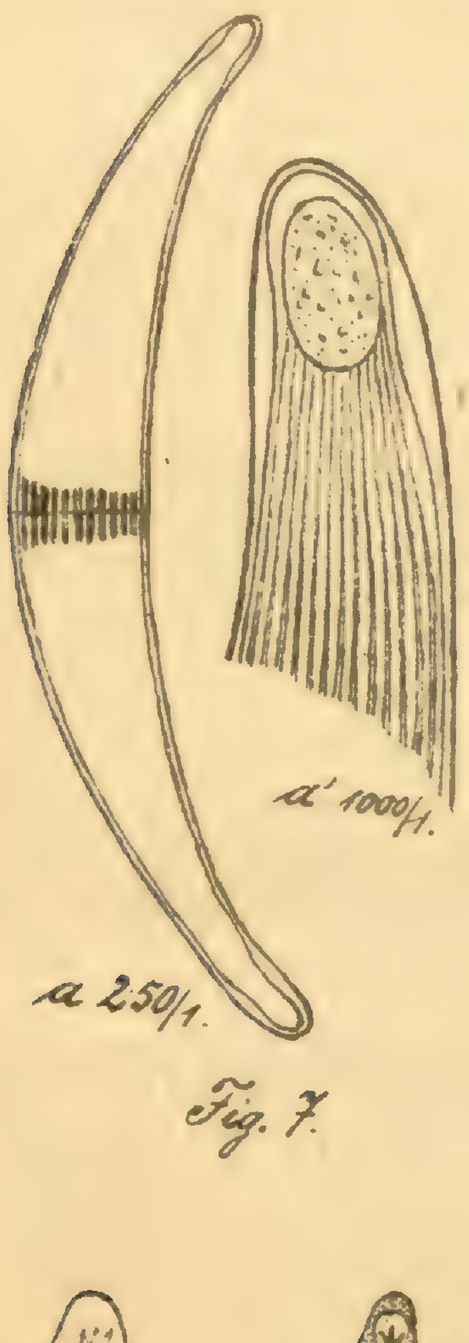


Fig. 7.

36. *Cl. rostratum Ehrb.;* West I, t. 26 f. 1 - 5. - Niederungsgräben, Seeresen, Zigelnobruch.

37. *Cl. setaceum Ehrb.;* West I, t. 26, f. 9 - 12. - Moor Kielau-Gedingen, Mariensee, Rosenbruch.

38. *Cl. spetsbergense Borge,* Süsswasserflora Spitzbergens p. 8, f. 5.

Fa. *major n. fa.* (Fig. 8).- Die hiesigen Exemplare entsprechen im Umriss ziemlich genau der BORGE'schen Figur, sind aber wesentlich grösser. Während die Exemplare aus Spitzbergen 40 - 46 mikr dick und 5 - 6,5mal so lang sind, werden unsere Exemplare bis 635 mikr lang und 65 mikr dick. Herr GRÖNBLAD hatte auf Grund eines eingesandten Präparats die hiesige Form seiner var. *laticeps* nahegestellt (cfr. GRÖNBLAD, New Desmids, p. 8 t. 5, f. 43), mich aber zugleich auch auf die Stammform aufmerksam gemacht. Nach eingehender Untersuchung frischen Materials bin ich zu dem Ergebnis gekommen, dass unsere Form doch besser mit der Stammform zu verbinden sei. Mit GRÖNBLAD's var. *laticeps* hat sie gemeinsam die bedeutende Grösse und Schlankheit und die mehr konkave Bauchseite. In Bezug auf die Ausbildung der Zellenden entspricht sie aber genau der Stammform, d.h. sie hat verschmälerte, schwach zurückgebogene, gestutzt-gerundete Zellenden, während GRÖNBLAD von seiner Var. *laticeps* ausdrücklich sagt: "Cellulae ad apices versus non tam attenuatae, apicibus latioribus levissime reflexis". - Zigelnobruch, Kelpiner- und Zigelnosee, nicht selten.

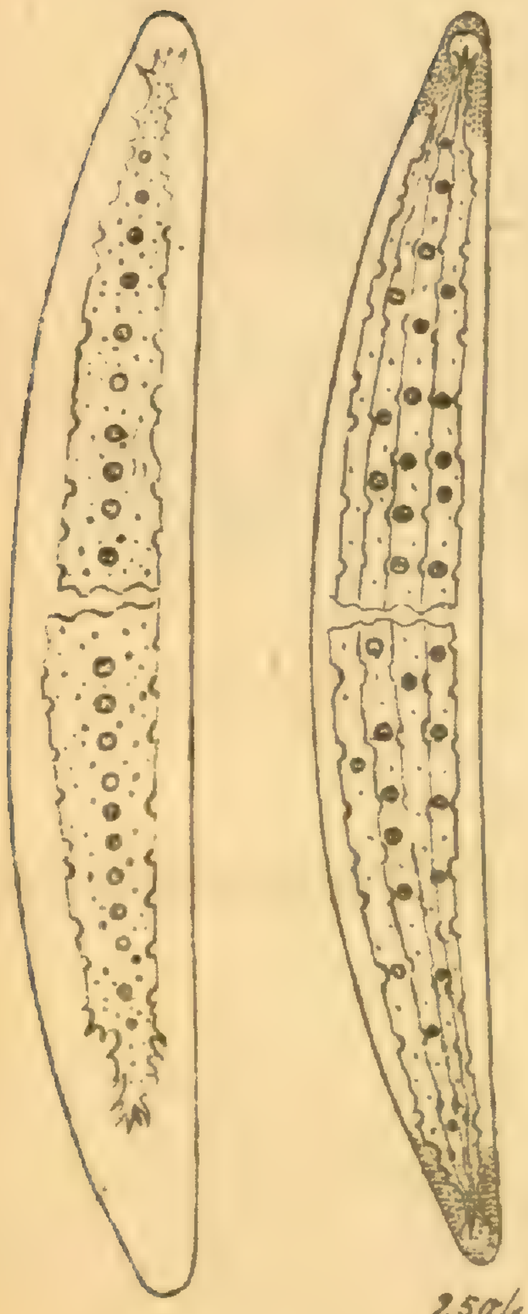


Fig. 8.

39. *Cl. strigosum Bréb.;* West I, t. 21, f. 6 - 7. - Seeresen, sehr zerstreut.

40. *Cl. striolatum Ehrb.;* West I, t. 13, f. 7 - 16. - Scharshütte, Mariensee, Seeresen, Rosenbruch.

Var. *erectum Klebs,* Desm. Ostpr. t. 2, f. 3, 4c. - Zuweilen neben der Stammform.

41. *Cl. tumidum Johns.;* West I, t. 19, f. 15 - 18. - Seeresen, Rosenbruch. - Bisher nur aus den U. S. A. und dem nördlichen Europa bekannt.

Fig. 9.

42. *Cl. turgidum Ehrb.* Var. *Grönbladii nov. var.* (Fig. 9).- Weicht vom Typus ab durch die nicht oder kaum merklich zurückgebogenen Zellenden, die aus Punktreihen bestehenden Streifen und die zahlreichen, in 2 oder 3 Reihen angeordneten Pyrenoide. Chloroplasten mit 5 - 8 gelappten Furchen, Membran rötlichbraun. Länge: 398 - 756 mikr, Breite: 52 - 74 mikr, Enden: 10 - 16 mikr breit. Streifen: 8 - 9 auf 10 mikr. Nebenseite nicht selten sigmoid. - Durch eine Détailzeichnung des Herrn GRÖNBLAD erst auf die feineren Unterschiede aufmerksam gemacht, benenne ich ihm zu Ehren die schöne Form. - Moorkessel Meisterswalde, Zigelnobruch.

Eine sehr ähnlich Form hat DICK (Desm. Südbayern p. 237, t. XII, f. 3) als *Cl. Pritchardianum* Fa. *a* beschrieben. Sie stimmt im Umriss mit Var. *Grönbladii* ziemlich genau überein, hat aber mehr zurückgebogene Zellenden und ist weiter gestreift (10 Streifen auf 20 mikr !) Da Dick über die Beschaffenheit der Chloroplasten und die Zahl und Anordnung der Pyrenoide keine Angaben macht, lässt sich nicht entscheiden, ob seine Form zu der meinigen in näherer Beziehung steht.

43 *Cl Ulna Focke*, West I, t 14, f 8. - Sphagnumtümpel Berent und Seeresen.

44 *Cl. Venus Ktz.*; West I, t. 15, f. 15 - 20. - Hela, Rosenbruch. - Von *Cl. parvulum Naeg* nur durch die geringere Grösse verschieden. Dieses Charakteristikum ist aber recht zweifelhaft. Darum sagt auch HEIMERL in Bezug auf *Cl. parvulum:* "Ich kann keinerlei Unterschied zwischen dieser Art und dem *Cl. Venus Ktz.* finden" (Desm alpin. p. 593.)

Genus *Pleurotaenium Naeg.*

1 *Pl coronatum (Bréb.) Rbh.*; West I, t 27, f. 16 - 18 - Zigelnobruch, Meisterswalde, Forst Mariensee Jagen 17/21, hier mit 7 mikr dicker, scharf begrenzter Gallerthülle. Auch nur e i n e Zellhälfte mit Gallerthülle, die jüngere ohne Gallertscheide.

Var *nodulosum (Bréb.) West*, l.c t. 28, f 5 - Sphagnetum am Kl. Borowosee

Fa Fig 10 - Bis zum Scheitel zierlich und fein gewellt. Bei WEST sind die Wellen länger und spärlicher. Membran dicht und derb perforiert. Scheitelwarzen oft kaum wahrnehmbar; auch die seitlichen Undulationen sind zuweilen nur angedeutet. Länge der Halbzelle: 260 Mikr., Breite: 75 Mikr., Isthm.: 60, Scheitel: 34 mikr breit.

2. *Pl. Ehrenbergii (Bréb.) de Bary;* West I, t 29, f 9 - 11. - Verbreitet, auch in Landseen.

Var *granulatum Ralfs*, Brit. Desm. t. 33, f. 4. - Seeresen, Rosenbruch. - Ein besonders grosses Exemplar war 630 mikr lang und 38 mikr breit.

Var *undulatum Schaarschm.* Magyar Desm t. 1 f. 21 - Meisterswalde

250/1.
Fig 10.

Im Kleinen Heidsee (Reservat im Heubuder Wald) findet sich nicht selten eine besonders schlanke Form von Var *undulatum* (Fig 11). Die bis zu den Enden zierlich gewellten Zellen haben eine Länge von 700 mikr, eine grösste Breite von 26 mikr, an den Enden von 24 mikr. Die gestutzt-gerundeten Enden sind mit 8 gleichzeitig sichtbaren, rippenartigen Warzen versehen. Die Membran ist fein punktiert. Nach einer Mitteilung von KAISER erwähnt SCHMIDLE (Alg. Sumatra p 300) eine ähnlich schlanke Form von 600 - 700 mikr Länge und 26 - 36 mikr Breite.

250/1.
Fig 11.

3. *Pl. maximum (Reinsch) Lund* einschl. *Pl. Archeri Delp.*; West I, t. 31, f. 1 - 2. - Meisterswalde, Mariensee, Seeresen.

4. *Pl. nodosum (Bail) Lund;* West I, t. 31, f. 3 - 4. - Sphagnetum bei Berent. - Diese schöne und seltene Desmidiacee, die meines Wissens in Deutschland bisher nicht beobachtet worden ist, hat LUCKS (Planktonstud (1907) p 59) bereits für das hiesige Beobachtungsgebiet festgestellt.

5. *Pl. trabecula (Ehrb.) Naeg.* (einschl. *Pl. rectum Delp.*); West I, t. 30, f. 11 - 13. - Verbreitet.

Var *rectum (Delp.) West*, l.c. t. 30, f 9 - 10. - Nenkau, Seeresen, Schlawkau.

Fa *clavata (Ktz.) West et G.S.W.* - l.c. t. 31, f. 9. - Sphagnetum am Kl. Borowsee.

Fa *tenuis (Wille) nob.* Lütkem. Desm. Attersees p. 546. - Nach LÜTTKE-MÜLLER long. 318 - 507 mikr, lat. ist. 18 mikr, bas 21 mikr, apic 15 mikr. Meine Masse waren: 240 : 13 mikr, Isthm. 11 mikr, Scheitel 9 mikr. Die hiesige Form ist also bedeutend schlanker als die vom Attersee. - In einem Sphagnetum bei Seeresen nicht selten.

6. *Pl truncatum (Bréb.) Naeg.*; West I, t. 29 f. 3 und 4 - Mariensee, Meisterswalde, Seeresen.

Fa *curta Eichl.*; Grönblad, Finnl. Desm. T 1, f. 1. - Seersesn, Kl. Borowsee. - Gestalt äusserst wechselvoll. In der Regel ist eine Zellhälfte kürzer und dicker als die andere. Die Membran zeigt grosse, dichtstehende Poren, von denen kurze, feine Gallertfäden austreten. Bei entleerten und luftgefüllten Zellen treten sie sehr scharf und eigentümlich hervor. - Länge 410 mikr, grösste Breite 86 mikr.

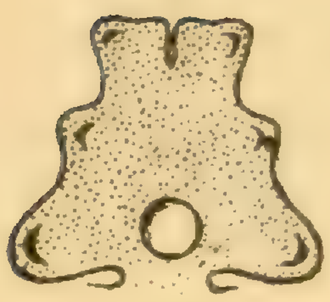
Genus *Tetmemorus* Ralfs.

1. *T. Brébissonii (Menegh.) Ralfs* , Brit. Desm. t. 24, f. 1; West I, t 32, f. 1 - 2. - Berent, Schlawkau - Bewohnt ausschliesslich Sphagnumtümpel.
Var *minor de Bary;* West I, t. 32, f. 4 - 5. - Zuweilen neben der Art.
2. *T. granulatus (Bréb.) Ralfs,* Brit. Desm. t. 24 f. 2a - c; West I, t. 32, f. 7 - 8. - Mariensee, Seeresen.
Fa *basichondra Schmidle,* Beitr. alp. Alg. p. 346, t. 14, f. 23. - Ausgezeichnet durch eine Reihe gröberer Punkte beiderseits der seichten Mitteleinschnürung - Rosenbruch, Seeresen.
3. *T. laevis (Ktz.) Ralfs,* Brit. Desm t. 24, f. 3a - g - Berent, Schlawkau.

Genus *Euastrum* Ehrb.

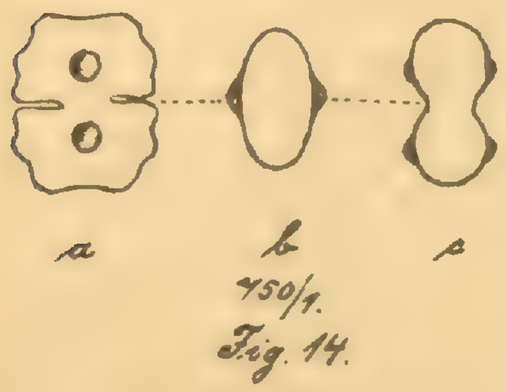
1. *Eu. affine Ralfs,* Brit. Desm. t. 13, f 3; West II, t. 35, fl 11 - 12. - Sphagnetum Berent, selten.
2. *Eu. ampullaceum Ralfs,* l.c t. 13, f. 4; West II, t 35, f 8 - 10. - Seeresen, sehr vereinzelt.
3. *Eu. ansatum Ralfs,* l.c. t. 14, f. 2 a - f. - Verbreitet.
Var *emarginatum Hansg.,* Prodr. Algenfl. Böhm. II, p. 175 - Mariensee, Seeresen, zuweilen neben der Art.
Var *pyxidatum Delp.;* West II, t. 36, f. 14. - In einem Sphagnumtümpel bei Seeresen besonders gross, 90 mikr lang, 45 mikr breit.
4. *Eu. bidentatum Naeg.;* West, l.c. II. t. 37, f. 16 - 19. - Rosenbruch, Zigelnobruch, Mariensee mit Zygoten.
5. *Eu. binale (Turp.) Ehrg.;* West II, t. 38, f. 28 - 29. - Mariensee, Rosenbruch, Scharshütte, Seeresen.

750/1.
Fig. 12.


350/1.
Fig. 13.

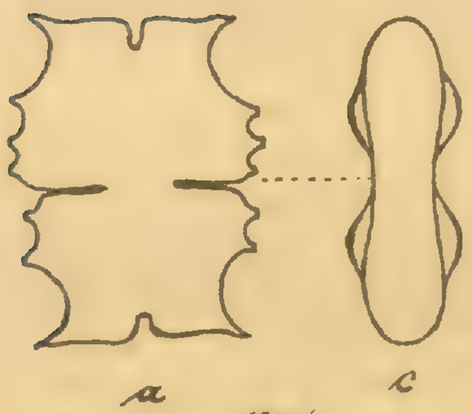
Fa *minor West,* l. c p. 52. - Feldmark Seeresen, 12 mikr lang und breit.
Fa. *secta Turn.;* West, l. c. t. 38, f. 30. - Hela, Seeresen.
Fa. *Gutwinskii Schmidle;* West, l. c. t. 38, f. 31 - Hela, Rosenbruch, häufig.
Fa. *hians West,* l. c. t. 38, f. 33. - Im Helaer Moorkessel ist eine besondere Form (Fig. 12). Sie weicht ab mit schräg gestutzten oberen Ecken und ist für das Helaer Material charakteristisch Länge 15 mikr, Breite 14 mikr (var *hians West* nur 10 - 10,5 mikr breit).
6. *Eu. crassum (Bréb.) Ktz.;* West II, t. 33, f 4 - 6 - Berent, Zigelnobruch. - Leicht zu verwechseln mit *Eu. ventricosum Lund,* von dem es sich durch die bedeutendere Grösse und d o p p e l t e obere Seitenlappen unterscheidet. Letztere treten deutlich hervor, wenn die Zelle auf der Seite liegt Nach einer Mitteilung von GRÖNBLAD kommt *Eu. ventricosum* in Deutschland nicht vor.
7. *Eu. didelta (Turp.) Ralfs,* Brit. Desm. t. 14, f. 1 a - d; West II, t. 35, f. 3 - 6. - Berent, Seeresen, Zigelnobruch.
Fa. Fig. 13. - Mit ungewöhnlich grossen oberen Seitenlappen. Sehr ähnlich ist fig. 15 t. 8 in WEST's Variation in the Desm., Linn. Soc. Journ. Bot. XXXIV. - Sphagnetum Meisterswalde. Länge 14o mikr, Breite 72 mikr, Isthm. 17 mikr.
8. *Eu. divaricatum Lund;* West II, t. 38, f. 3. - Berent, Mariensee. Sehr zerstreut.
9. *Eu. dubium Naeg.* Var *pseudocambrense Grönblad,* Finnl. Desm. p. 30, t. 6, f. 32 - 33 (det. GRÖNBLAD). - Seeresen. Bisher nur aus Finnland bekannt.
10. *Eu. elegans (Bréb.) Ktz.;* West II, t. 38, f. 16 - 21. - Verbreitet.
11. *Eu. gemmatum Bréb.;* West II, t. 39, f. 19. - Nur im Kelpiner See; sehr vereinzelt.
12. *Eu. humerosum Ralfs,* Brit. Desm. t. 13, f. 2 a - c; West II, t. 34, f. 1,2. Berent, Seeresen, Rosenbruch.
13. *Eu. inerme (Ralfs) Lund;* West II, t. 36, f. 7 - 8. - Seeresen, selten
14 *Eu. insigne Hass.;* Ralfs, Brit. Desm. t. 13, f. 6; West II, t. 37, f 2 - 5

Sphagnetum bei Berent, sehr vereinzelt.
15. *Eu. insulare (Wittr.) Hass* ; West II, t. 40, f. 12. - Fa. (Fig. 14) weicht ab mit schräg gestutzten Scheitelecken. Auch Scheitel- und Seitenansicht weichen von der WEST'schen Figur ab. - Sphagnetum am Kl. Borowsee.



750/1.
Fig. 14.

16. *Eu. oblongum (Grev.) Ralfs,* Brit. Desm. t. 12 a - b. Rosenbruch, Seeresen, am Kl. Borowsee.
Fa *elongatum Racib.* Nonn. Desm. Polon. p. 93; Ralfs, l.c. t. 12, f. c - Diese schlanke Form war sehr häufig im Sphagnetum Mariensee, Jagen 17/21.
17. *Eu. pectinatum Bréb.;* Ralfs, l.c. t. 14, f. 5 a - b; West II, t. 39, f. 10. - In Sphagnumtümpeln verbreitet.
18. *Eu. pinnatum Ralfs,* l.c. t. 13, f. 1 a - c; West II, t. 34, f. 3 - 6. - Sphagnetum bei Berent.
19. *Eu. pulchellum Bréb.;* West II, t. 38, f. 15. - Fa (Fig. 15) Bedeutend kleiner als bei WEST; dort 37 - 40 mikr lang, 28 - 33 mikr breit. Hier 23 - 26 mikr lang, 19 - 22 mikr breit. - Nenkau, Meisterswalde, Sphagnumtümpel. - Sehr ähnlich ist *Eu. abruptum Nordst. fa. minor West,* Desm. of the United States p. 289, t. 16 f. 10 (Linn. Soc. Journ. Bot. XXXIII).



1000/1.
Fig. 15.

20. *Eu. rostratum Ralfs,* Brit. Desm. t. 14, f. 6; West II t. 37, f. 11 - 13. - In Sphagnumtümpeln nicht selten.
21. *Eu. sinuosum Lenorm.* West II, t. 36, f. 1. - Sphagnetum bei Berent, selten.
22. *Eu. verrucosum Ehrb.*, West II, t. 40 f. 1 - Am Kl. Borowosee, Meisterswalde, Seeresen, Zigelnobruch
Var *reductum Nordst.;* West II, t. 40, f. 2 - 3. - Neben der Stammform.
Var *rhomboideum Lund,* Desm. Suec. t. 1, f. 8. - Nur einmal im Zigelnobruch aufgefunden und nach Präparat und Zeichnung von Herrn GRÖNBLAD bestimmt (Fig. 16). Ohne deutliche Gliederung in End- und Seitenlappen. Eckwarzen stark hervorragend. Zellen 120 mikr lang und 108 mikr breit, also bedeutend grösser als die Stammform. - Bisher nur aus Schweden und Italien bekannt.

250/1.
Fig. 16.

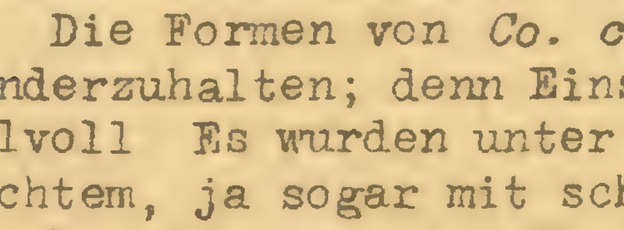
Genus *Micrasterias* Ag.
1. *M. americana (Ehrb.) Ralfs;* West II, t. 53, f. 4 - 5, t. 54, f. 1. - Zigelnobruch, Zigelnosee, selten.
2. *M. apiculata (Ehrb.) Menegh.;* West II, t. 47, f. 1 - 2. - Meisterswalde, Seeresen, Zigelnobruch.
Var. *fimbriata (Ralfs) Nordst.;* West II, t. 47, f. 4. - Neben der Stammform.
Var. *sparsiaculeata Hustedt,* Desm. Tirol, p. 335, fig. 24. - Sphagnetum am Kl. Borowosee. - Eine ähnliche Form ist *M. apiculata* fa. *spinosa Bisset;* West II, t. 37, f. 5.
3. *M. Crux-melitensis (Ehrb.) Hass.;* West II, t. 53, f. 1 - 3. - In Sphagnumsümpfen nicht selten.
4. *M. denticulata Bréb.;* West II, t. 49, f. 1 - 7. - Verbreitet.
Var *angulosa Hantzsch;* West II, t. 50, f. 3 - 4. - Meisterswalde, Zigelnobruch
5. *M. Mahabuleshwarensis Hobs.* Var. *Wallichii (Grun.) West,* Mngr. II, t. 54, f. 7 - 8 - Zigelnobruch, Zigelnosee. Im August 1918 sehr zahlreich, jetzt nur noch spärlich.
6. *M. papillifera Bréb.;* West II, t. 44, f. 1 - 2. - Mariensee, Meisterswalde, Zigelnosee, zerstreut.
7. *M. pinnatifida (Ktz.) Ralfs;* West II, t. 41, f. 7 - 11. - Mariensee, Scharshütte. Sehr selten.
8. *M. radiata Hass* , West II, t. 52, f. 1 - 9. - Meisterswalde, Zigelnobruch,

Zigelnosee; häufiger.
9. M. rotata (Grev.) Ralfs, Brit. Desm. t. 8, f. 1; West II, t 48, f. 1 - 6 - Häufig, an den verschiedenen Standorten oft von bestimmter Grösse. Die von DICK (Desm. Südbayern p. 250) erwähnte und t. XV, f. 7 abgebildete "kleine Form" scheint mir zu *M. decemdentata (Nerg.) Arch.* zu gehören. Die DICK'schen Masszahlen entsprechen ziemlich genau den von GRÖNBLAD (New Desmids p. 20) für die finnländischen Formen von *M. decemdentata* angegebenen. GRÖNBLAD's Figur t I. f. 1 weist nur etwas stärkere Bezahnung auf.
10. M. Thomasiana Arch.; West II, t. 51, f. 3 - 5. - Mariensee, Meisterswalde, Zigelnobruch.
11. M. truncata (Corda) Bréb.; West II, t. 42, f. 1 - 8. - In Sphagnumsümpfen verbreitet.
Var. *Bahusiensis Wittr.;* West II, t. 42, f. 9. - Zigelno- und Rosenbruch, sehr selten.
Var. *quadragies-cuspidata (Corda) Hansg.* Prodr. Algenfl. Böhm. p. 208 - Mariensee, Schlawkau.

Genus *Cosmarium* Corda.

1. Co. abbreviatum Racib.; West III, t. 72, f. 12. - Sphagnetum am Kl. Borowo-See, Nerkau. - Die hiesige Form ist nur 10 mikr lang und 12 mikr breit, steht also in der Mitte zwischen Stammform und Fa. *minor West et G.S.W.*
2. Co. amoenum Bréb.; Ralfs, Brit. Desm. t. 17, f. 3a - c; West IV, t. 102, f 1 - 3. - Rosenbruch, Seeresen.
3. Co. angulosum Bréb.; West III, t. 72, f. 35 - 36. - Am Kl. Borowosee, Torfstiche Seeresen.
4. Co. asphaerosporum Nordst. Var. *strigosum Nordst.;* West II, t 60, f. 26 - 27. - Moorkessel Hela, Seeresen. - Nach WEST bisher nur aus England und Schweden bekannt. Die unscheinbare Form, 11,5 mikr lang, 10 mikr. breit, dürfte vielleicht mehrfach übersehen sein.
5. Co. bioculatum Bréb.; West II, t. 61, f. 4 (Syn. = *Co. Phaseolus* b. *bioculatum Kleks)* .- Seeresen, Zigelnosee.
Var. *hians West et G.S.W.* Mngr. II, t. 60, f. 10. - Rosenbruch. - Bisher gleichfalls nur aus England und Schweden (BORGE, Algenflora Takernsees p. 17, t. 1, f 10) bekannt. Ist dem vorigen sehr ähnlich, unterscheidet sich nur durch die etwas grössere Gestalt und den schwach eingezogenen Scheitel. Die hiesigen Exemplare sind etwas kleiner als die englischen und haben auch eine flachere Mitteleinschnürung (Länge 14 mikr, Breite 12 mikr, Isthm. 6 mikr); sie entsprechen also in der Grösse fast genau der fa. BORGE (det. GRÖNBLAD).
Fa. *depressum Schaarschm.;* West II, t. 61, f. 8 - 9. - Moorkessel Buschkau-Johannistal.
6. Co. biretum Bréb.; West IV, t. 101, f. 2 - 7. - Sehr formenreich. Nur einmal beim Ablassen des Radaunekanals in zurückgebliebenen Wasserlachen angetroffen, dann aber zahlreich.
7. Co. Blyttii Wille; West III, t. 86, f. 1 - 4. - Johannistal häufig; Zigelnobruch, selten.
8. Co. Boeckii Wille; West III, t. 86 f. 26 - 32. - Johannistal, Seeresen, Zigelnobruch.
9. Co. Botrytis Menegh.; Ralfs, Brit. Desm t. 16, f. 1. - Festungsgraben, Mühlenteiche.
10. Co. Brébissonii Menegh.; West III, t. 79, f. 10, 11. - Berent, Schlawkau, selten.
11. Co. Broomei Thw.; West IV, t. 100, f. 12. - Am Borowosee, Seeresen; sehr vereinzelt.
12 Co Clepsydra Nordst. Var. *truncatum nov. var.* (Fig. 17).- Scheitel schwach vorgezogen, in Vorder- und Seitenansicht breit gestutzt, mit gerundeten Ecken Scheitelansicht wie bei der Stammform, Seitenansicht mit fast geraden, zum Scheitel divergierenden Seiten Länge 21 mikr, Breite 20 mikr, Isthm 5 mikr - Buschkau-Johannistal, nur in wenigen Exemplaren

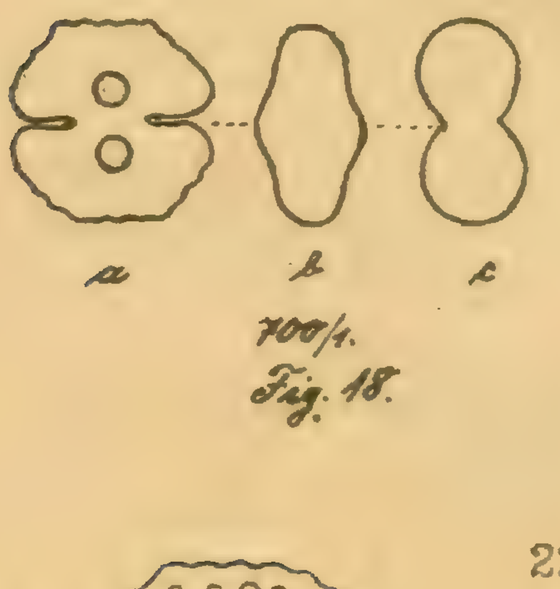
13. Co. connatum Bréb , West III, t. 67, f. 15 - 17 - In Sphagnumtümpeln nicht selten Bei älterem Glycerinmaterial fällt wieder die eigenartige Membranstruktur sehr ins Auge. Die Membran ist grob skrobikuliert und dazwischen fein und dicht punktiert. Die infolge der Lichtbrechung dunkel erscheinenden Skrobicula geben der dicken Membran das Aussehen, als wäre sie dicht mit Stäbchen durchsetzt.



700/1.
Fig. 17.

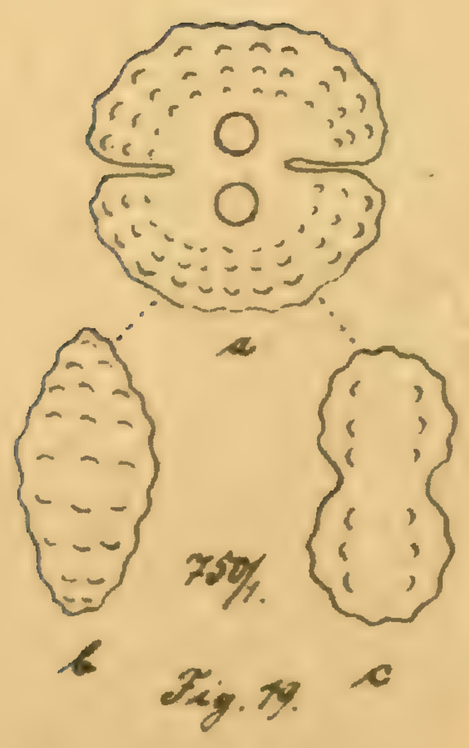
14 Co. conspersum Ralfs, Brit. Desm. t. 16, f 4; West IV, t. 99, f. 1 - 2. - Sphagnetum am Borower See, selten.
Var. *latum (Bréb.) West et G.S.W.;* Mngr. IV, t. 99, f. 5 - 6. - Wie vor, Seeresen und Zigelnobruch. - Grösser und schlanker als bei WEST! Länge 116, Breite 77 mikr.
15. Co. contractum Kirchn.; West II, t. 61, f. 23 - 25. - Rosenbruch, Zigelnobruch. - Länge 42 mikr, Breite 29 mikr.
Var. *ellipsoideum (Elfv.) West* (Syn. = *Co. ellipsoideum Elfv.);* West II, t 61, f. 28 - Mariensee, Seeresen. Im Klepsiner See immer mit strahliger Gallerthülle und punktierter Membran. Länge 46 mikr, Breite 34 mikr.
Fa. *Jakobsenii (Roy) West* (Syn. = *Co. Jakobsenii Roy);* West II, t. 61, f. 26 - Seeresen. Häufig mit strahliger Gallerthülle. Länge 25 mikr, Breite 20 mikr.
Var. *minutum (Delp.) West;* (Syn. *Co. minutum Delp.);* West II, t. 61, f 30 - 32. Buschkau-Johannistal - Länge 20 mikr, Breite 15 mikr.

Die Formen von *Co. contractum* sind nach meiner Erfahrung nur schwer auseinanderzuhalten; denn Einschnitt, Rundung des Scheitels und Grösse sind sehr wechselvoll Es wurden unter demselben Material auch Formen mit breitgestutztem wagrechtem, ja sogar mit schwach eingezogenem Scheitl angetroffen, alsoFormen, die an *Co. subcontractum West* (Mngr. II, t. 61, f. 36 - 37) oder an *Co. aversum West* (Frw. alg. Madagascar, t. VIII f. 6) erinnern.
16. Co. crenulatum (Ehrb.) Naeg.; (Syn. = *undulatum var. crenulatum (Naeg.) Wittr.);* West II, t. 59, f 11 - 12. - Ich bin gleich BORGE (Beitr. z. Algenfl v. Schweden, 1913, p. 21) der Ansicht, dass diese Spezies nicht als Varietät zu *Co. undulatum* zu stellen sei, wie es WITTROCK und WEST tun. - Sphagnetum am Kl. Borowosee.



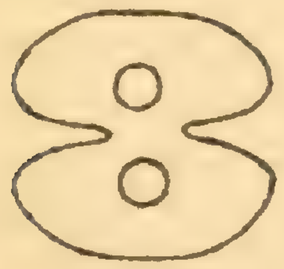
700/1.
Fig. 18.

Var. *Reinschii Schmidle,* Beitrg. Alg. Schwarzw. t. III, f. 10. (Syn. = *Co. Meneghinii* fa. *Reinschii Borge).* - Neben der Stammart.
Co. cruciatum Bréb.; (Fig. 18). - Das nebenstehend abgebildete *Cosmarium* wurde im Wodznosee und im Bruch Buschkau-Johannistal mehrfach beobachtet Es ist charakterisiert durch den schwach 5-welligen Scheitel und die leicht 3-welligen Seiten. Länge und Breite betragen etwa 22 - 23 mikr. - Nach Ansicht des Herrn Dr KAISER dürfte es sich um *Co. cruciatum Bréb.* handeln (Wolle, Desm. U. St. t. 18, f. 23 - 24). Die Abbildung bei MIGULA (Krypt. Fl. II, t. XXIII L f. 3) ist allerdings ganz abweichend.
18. Co. Cucumis (Corda) Ralfs; West II, t. 59, f. 18 - 20. - Seeresen.
19. Co. Cucurbita Bréb.; Ralfs, Brit. Desm. t 17, f 7; West III, t. 73, f. 31 - 33 - Schlawkau, Zigelnobruch.
20. Co. cyclicum var. Nordstedtianum (Reinsch) West et G.S.W. -Fa. (Fig. 19) - Sehr viel kleiner als bei West, Mngr II, t. 58, f 12, fast so lang wie breit, 29 : 28 mikr, mit gestutztem, vierkerbigem Scheitel und wellig krenulierten Seiten. Halbzellen mit etwa 12 Vorsprüngen und 3 dem Rande parallenen, nach der Mitte zu flacheren Wellenzügen. Scheitelansicht der WEST'schen Figur genau entsprechend Seitenansicht fast kreisförmig, mit welligem Rande. - Moorsenke Buschkau-Johannistal in

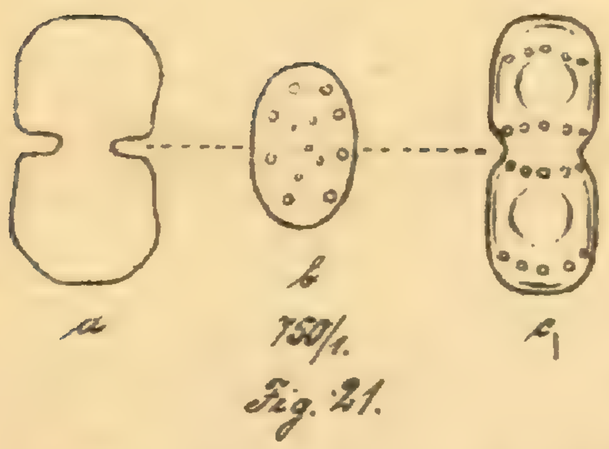


750/1.
Fig. 19.

wenigen Exemplaren.
21. *Co. Debaryi Arch.;* West III, t. 70, f. 14 - 16. - Seeresen, Zigelnobruch.
22. *Co. depressum (Naeg.) Lund;* West II, t. 62, f. 2 - 5. - Nenkau, Seeresen.
Var. *achondrum (Boldt) West et G.S.W.;* (Syn. = *Co. Phaseolus v. achondrum Boldt);* West II, t. 62 f. 8. - Zerstreut neben der Art.
Fa. *minima nov. fa.* (Fig. 20). - Sehr viel kleiner als die Stammform, 16 mikr lang, 17 mikr breit, sonst genau der WEST'schen Figur entsprechend. - Buschkau-Johannistal. - Eine ähnliche Zwergform beschrieb HEIMERL (Des. alpin. p. 598, t. 5, f. 10) als *Co. depressum* fa. *minuta.* Sie stimmt in der Grösse mit der meinigen gut überein, ist aber in der Form abweichend und ausserdem deutlich und entfernt punktiert.

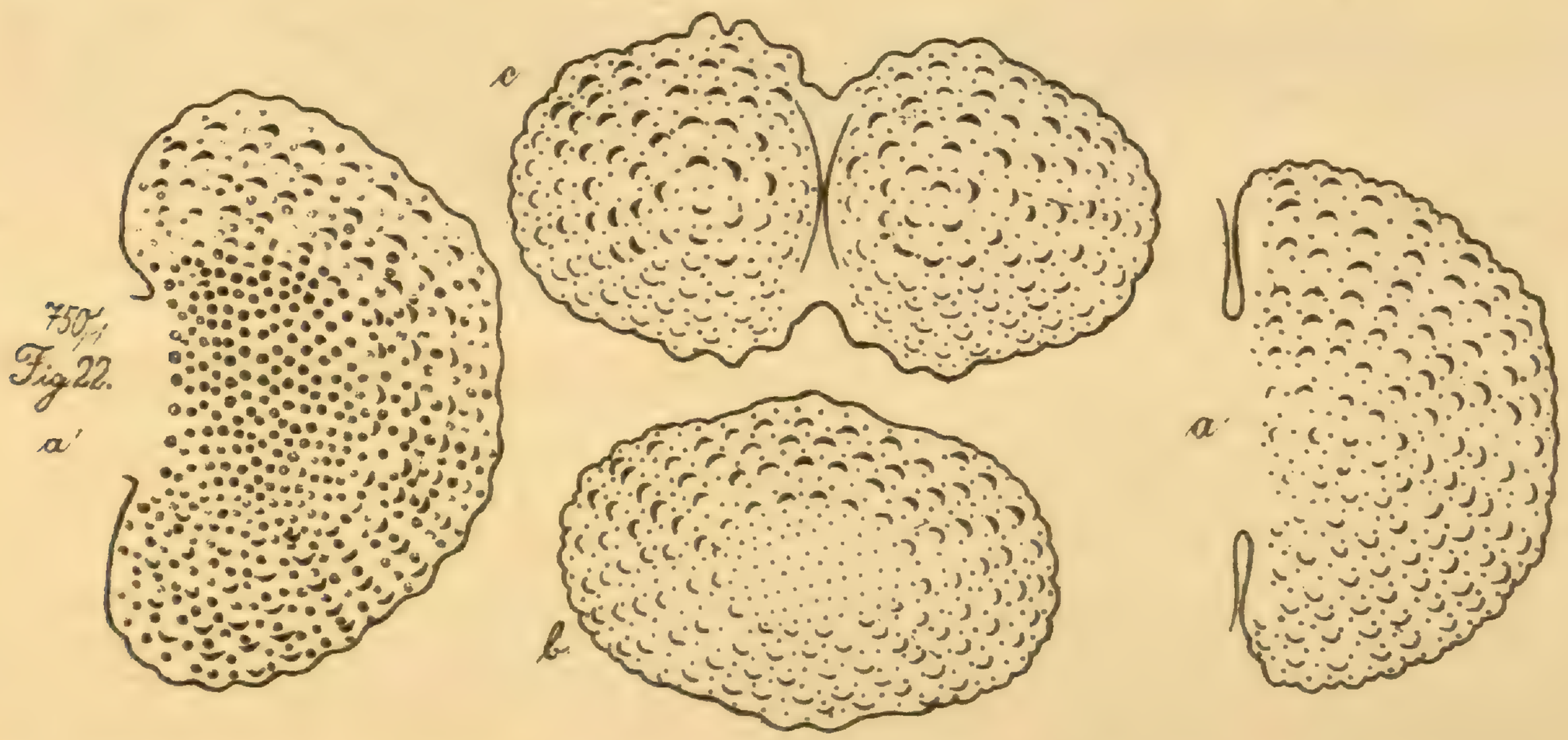

1300/1.
Fig. 20.

23. *Co. difficile* var. *sublaeve Lütkem.;* (cfr. West III, t. 73, f. 4 - 5). - Fa. (Fig. 21). In Vorderansicht keine Skrobikula sichtbar, ähnlich wie bei WEST, l.c. f. 5. In Scheitelansicht fehlen die seitlichen Vorwölbungen, ausserdem sind die Zellen kleiner als bei WEST. Länge 29 mikr, Breite 17,5 mikr, Isthm. 6 mikr. - Feldmark Seeresen.
24. *Co. diplosporum (Lund) Lütkem.;* (Syn. = *Cylindrocystis diplospora Lund);* West I, t. 4, f. 40 - 41. - Seeresen, Zigelnobruch. - Auch mit punktierter Membran!
Co. formosulum Hoff.; West III, t. 88, f. 1 - 3. - Für Deutschland neu. Kelpiner See, Zigelnobruch, Zigelnosee.



750/1.
Fig. 21.

26. *Co. granatum Bréb.;* West II, t. 63, f. 1 - 4. - Rosenbruch, Seeresen, Zigelnosee. - Im Sphagnetum am Kl. Borowosee wurden ähnliche Formenreihen beobachtet, wie sie BORGE in seiner Algenflora des Takernsees p. 17 beschreibt und auf t. 1 f. 9 I - XII abbildet.
Var. *subgranatum Nordst.;* West II, t. 63, f. 5 - 7. - Kleiner als bei WEST, 19 mikr lang, 14 mikr breit. - Am Borowosee.
Var. *Nordstedtii Hansg.;* Migula, Krypt. Fl. II p. 429. - Wie vor.
27. *Co. Hammeri Reinsch;* West II, t. 62, f. 20 - 21. - Schlawkau.
Fa. *octogibbosum Reinsch,* Alg. Fl. Frank. t. X, f. 1 f,g,i,k. - 19 mikr lang, 15,5 mikr breit. - Nenkau, Zigelnobruch.

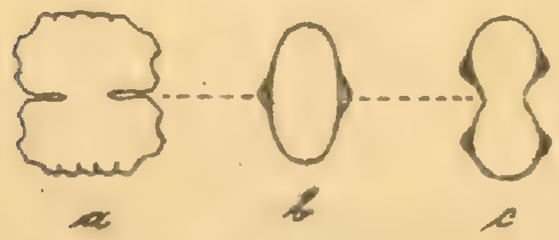


750/1
Fig. 22.

28. *Co. hornavense Gutwinski,* Tatra, p. 461, t. 8, f. 28. - Für Deutschland neu. Da die grosse und schöne Form weder in WEST's Monographie, noch in MIGULA's Krypt Fl. erwähnt ist, gebe ich hier eine eigene Abbildung (Fig. 22). - Länge 84 - 108 mikr, Breite 70 - 75 mikr, Isthm. 25 mikr. - *Co. hornavense* hat einige Ähnlich-

keit mit *Co. subochthodes (Schmidle) Lütkem.* Wie mich Herr Dr. KAISER aufmerksam macht, stimmt es mit ***Cos. subochthodes*** insofern nicht überein, als e vertice Vorragungen vorhanden sind, die bei SCHMIDLE fehlen; auch gehen bei *Co. hornavense* die Warzen viel weiter nach der Mitte der Halbzelle (cfr. auch DUCELLIER, Trois Cosmarium nouv. 1918, Bull Soc. Bot Genève p. 15). - Sphagnetum am Borowosee, Zigelnosee.

29. Co. humile Nordst.; West III, t 85, f. 16 - 18. - Mariensee, Seeresen, Zigelnobruch.



a b c

750/1.

Fig. 23.

Var *danicum (Börges.) Schmidle;* West, l.c. f. 19. - Buschkau-Johannistal, nicht selten.

Var *subdanicum Schmidle;* West III, t 85, f. 25 - 26. (Syn. = *Co. subdanicum West*, l.c.). - Nenkau, Seeresen.

Fa. Fig. 23. - Weicht ab durch schräg gestutzte basale Ecken und grössere Breite. 17,5 mikr lang und 16 mikr breit. - In einem Moorkessel bei Nenkau recht häufig.

Var. *substriatum (Nordst.) Schmidle;* West III, t. 72, f. 20. - Zigelnobruch.

Var. *striatum (Boldt) Schmidle;* West l.c. f. 21. - Buschkau-Johannistal, Seeresen.

30. Co. impressulum Elfv.; West III, t. 72, f. 14 - 18. - In Form und Grösse sehr variabel. Im Sphagnetum am Kl Borowosee wurde eine ganze Formenreihe beobachtet. Länge 19 - 37 mikr, Breite 14,5 - 29 mikr. Halbzellen meist mit 8 oder 10 Vorwölbungen. Scheiteleinkerbung oft nicht grösser als die seitlichen Einbuchtungen, zuweilen aber auch von mindestens doppelter Länge; dann aber sehr flach, so dass der Scheitel fast gestutzt erscheint.

Fa. *suborthogonum (Rac.) West*, Monogr. III, p. 88. - Neben der Stammform.

31. Co. limnophilum Schmidle, Beitr. alpin. Alg. t. 15, f. 20. - Buschkau-Johannistal, Mariensee, Zigelnosee. - Bisher nur aus den Oetztaler Alpen und aus Baden bekannt.

a

b

700/1.

Fig. 24.

32. Co. Malinvernianum var. *badense Schmidle*, Flora 1894, t. VII, f. 21. - WEST (III, p. 201) hat die Form wohl zu Unrecht mit *Co. margaritiferum* vereinigt; denn durch die spitz kegelförmigen Warzen unterscheidet sie sich scharf von *Co. margaritiferum.* - Buschkau-Johannistal, Seeresen, Zigelnobruch, nicht selten.

33. Co. margaritatum (Lund) Roy et Biss. West IV, t. 99, f. 8. - Am Kl. Borowosee, Zigelnobruch.

Var. *ornatum nov. var.* - Fig. 24. - Die Zellform erinnert sehr an *Co. margaritatum* fa. *subrotundata West et G.S.W.* (Mngr. IV, t. 100, f. 1). Im übrigen unterscheidet sich die Form scharf durch die z w e i t e i l i g e n Warzen. Die Punktierung rings um die Warzen ist die für *Co. margaritatum* charakteristische Da die Form im Material vom Kl. Borowosee zusammen mit *Co. margaritatum* vorkommt, kann sie nur zu diesem gestellt werden. Länge der Halbzelle 48 mikr, Breite 72 mikr, Isthm. 26 mikr.

34. Co. margaritiferum Menegh., West III, t. 83, f. 4 - 11 - In Sphagnumtümpeln verbreitet.

35. Co. Meneghinii Bréb.; West III, t. 72 f 29 - 32. - Seeresen.

36. Co. moniliforme (Turp.) Ralfs, Brit Desm. t. 17, f 6 a - d. - Seeresen, Zigelnobruch.

37. Co. nitidulum var *subundulatum Schmidle*, Beitr Alg Schwarzw. p. 98, t. 4, f. 19. - Am Borowosee.

38 *Co. Novae Semliae Wille* var. *sibiricum Boldt;* West III, t. 68, f 18. - Johannistal-Buschkau - Die hiesige Form weicht von der sibirischen insofern ab, als ihr in Scheitelansicht die seitlichen Vorsprünge (Papillen) fehlen. Die Vorderansicht entspricht genau der zitierten Figur.

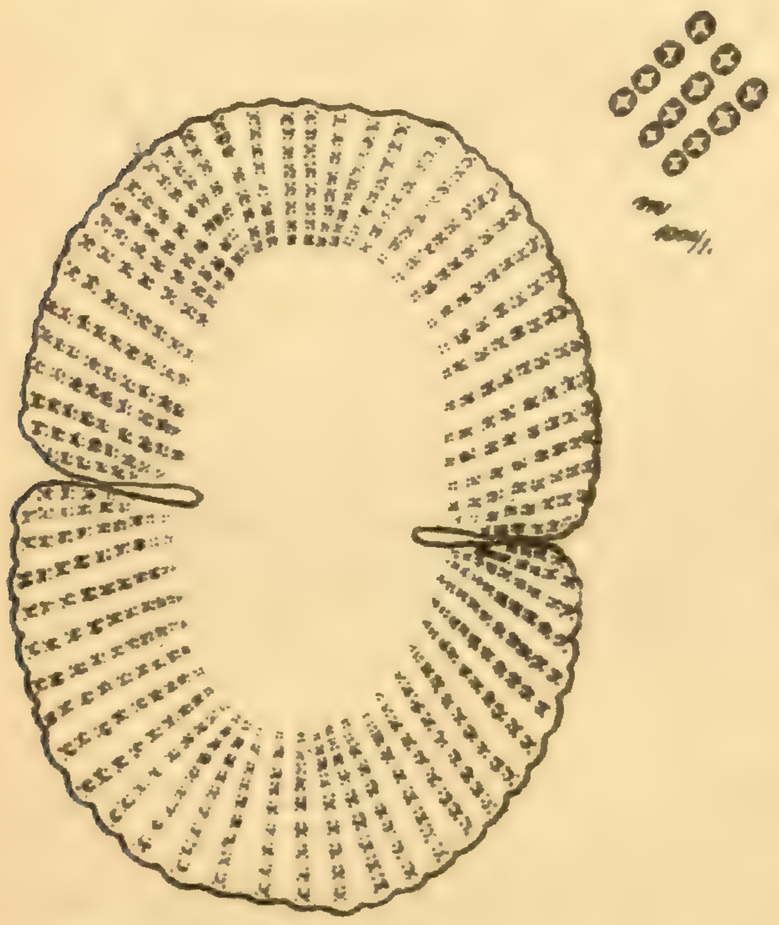


Fig. 25.

39. *Co. Nymannianum G,* West II, t. 62, f. 27. - Steht *Co. Hammeri* nahe, ist aber gut charakterisiert durch die Papille in der Zellmitte (besonders deutlich sichtbar in Scheitelansicht) und durch die punktierte Membran.

40 *Co. ochthodes Nordst.;* West IV, t. 98, f. 1- Kl Borowosee, Seeresen.
Fa. *granulosum Lütkem.* Desm. Attersee p. 557, t. VIII f. 9. (Syn. = *Co. ochthodes* var. *amoenum West,* West, Mngr. IV, t. 18, f. 6 - 8). - Herr Dr. KAISER war so liebenswürdig, mich darauf aufmerksam zu machen, dass die LÜTKEMÜLLER'sche Benennung Prioritätsrecht hat. LÜTTKEMÜLLER's Arbeit ist schon 1892 erschienen und nicht, wie NORDSTEDT im Index p. 22 und 187 angibt, 1893.

Unsere Form (Fig. 25) ist viel dichter granuliert als bei LÜTKEMÜLLER und WEST. Bei L. zeigt die Halbzelle 22 Reihen von Granula, hier sind es 34 Dort ist die Zell- M i t t e mit unregelmässig angeordenten Granula besetzt, hier ist die Zellmitte anscheinend glatt; jedenfalls konnten Granula mit Sicherheit nicht nachgewiesen werden. Länge 92 mikr, Breite 68 mikr, Isthm. 24 mikr - Sphagnetum am Kl. Borowosee, Buschkau-Johannistal, Zigelnobruch nicht selten.

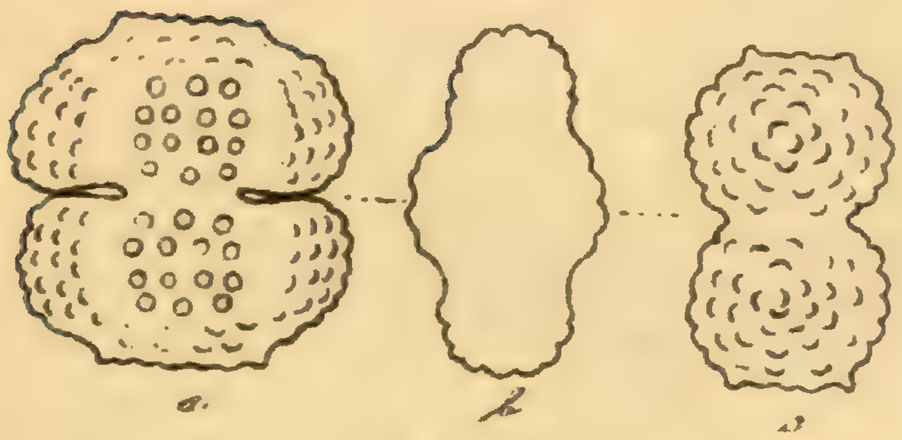


Fig. 4.

41. *Co. crnatum Ralfs,* Brit. Desmid. t. 16, f. 7. - Seeresen, Kelpiner See, Wodzno-, Zigelnosee. - Die Abbildung bei MIGULA, Kr. Fl. II, t. 23 f. 7 ist durchaus missweisend. Da RALFS auch nur Vorder- und Scheitelansicht gibt, bringe ich eine eigene Abbildung (Fig 26).

42. *Co. orthostichum* var. *pumilum Lund.* - Fa (Fig. 27 a - c) Zahl der Querreihen von Warzen grösser als normal. Bei WEST III, t 80, f 20 zeigt die Halbzelle nur 3, hier 5 - 6 Querreihen von Warzen. Länge 18 - 22 mikr, Breite 17 - 18 mikr, Isthm. 5 mikr. - Buschkau-Johannistal, Seeresen.

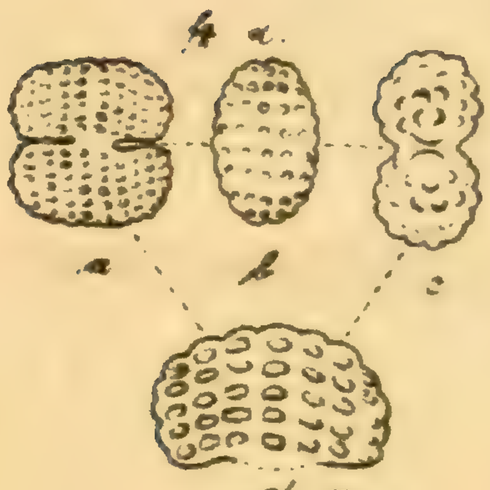


Fig. 27.

Fa B (Fig. 27 a''). Halbzelle mit 4 Querreihen von Warzen, jede Warze aus 2 kleinen Wärzchen bestehend. Länge der Halbzelle 1C mikr, Breite 18 mikr, Isthm. 6 mikr. - Sphagnetum bei Seeresen.

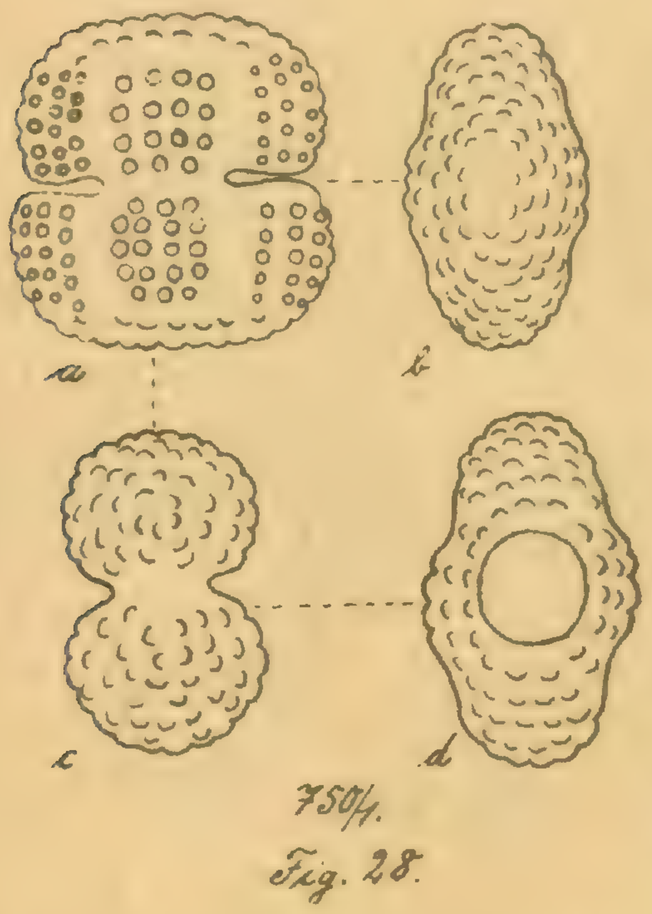
43. *Co. ovale Ralfs,* Brit. Desm. t. 15, f. 9 a - b; West III, t. 92, fl 1; t. 93, f. 1. - Meisterswalde, Zigelnobruch. - Zuweilen auch Formen mit glattem Scheitel.

44 *Co pachydermum Lund,* West II, t. 57, f. 7. - Am Borowosee, Seeresen.

45. *Co. Palangula Bréb* West III, t. 74, f. 4 - 6. - Rosenbruch, Scharshütte, Schlawkau, Sphagnumsümpfe bei Berent, Mariensee.

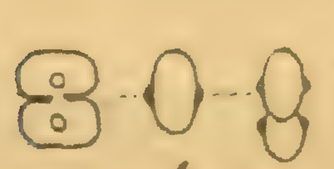
46 *Co. perforatum Lund;* West II, t. 58, f. 4 - 5. - Forst Mariensee, Seeresen, Zigelnobruch, vereinzelt. Neben dem Typus auch Formen mit gerundetem Scheitel, die

sich der var. *rotundatum Börges.* nähern. Länge 64 mikr, Breite 58 mikr, Isthm. 34 mikr.
47. *Co. Phaseolus Bréb.* West II, t. 60, f. 13. - Seeresen.
Fa. *minor Boldt;* West II, t. 60, f. 15. - Buschkau-Johannistal. Ausgesprochen arktische Form, für Deutschland neu.
Var. *elevatum Nordst.;* West III, t. 60, f. 16. - Seeresen, Zigelnobruch.
48. *Co. Portianum Arch.;* West III, t. 80, f. 4 - 7. - Verbreitet.
Var. *orthostichum Schmidle,* Alg. Geb. Oberrheins, t. 28, f. 7. - Zigelnobruch Länge 28 mikr, Breite 25 mikr, Isthm. 7,5 mikr, also kleiner als nach SCHMIDLE.
Var. *nephroideum Wittr.;* West III, t. 80, f. 10. - Sphagnetum bei Berent, selten.
49. *Co. praemorsum Bréb.;* West III, t. 84, f 1 - 5. - Mariensee, Meisterswalde, Seeresen. - Von *Co. margaritiferum Menegh.* oft nur schwer zu trennen. Bei *Co. praemorsum* sind die basalen Ecken mehr gerundet; die zenralen Granula stehen unregelmässiger, sind aber zuweilen auch von Punktgruppen umgeben wie bei *Cosmarium margaritiferum.*
50. *Co. protractum (Naeg.) de Bary;* West III, t. 82, f. 8, t. 94, f. 4 - 5.- Die Abbildung bei MIGULA (Krypt. Fl. II, t. 24 C f. 6) ist irreführend; die dort p. 462 angegebenen Masszahlen sind viel zu gross. - Im Seenplankton nicht selten. Kelpiner-, Wodzno-, Borowo-, Zigelno-See,
51. *Co. pseudamoenum Wille;* West IV, t. 102, f. 7 - 9. - Buschkau-Johannistal, Mariensee, Schlawkau.
52. *Co. pseudogranatum Nordst.,* Desm. Brasil. t. 3, f. 27. - Am Kl Borowosee.
53 *Co. pseudonitidulum Nordst.* var. *validum* West, Mngr. II, t. 63, f. 30 (Syn. = *Co. pachydermum* var. *minus Nordst.*) - Eine kleine Form von 46 mikr Länge und 34 mikr Breite in Buschkau-Johannistal.



750/1.
Fig. 28.

54. *Co. pseudoornatum Eichl. et Gutw.;* Spec. Alg. nov. t. 5, f. 25. - Seeresen, sehr vereinzelt. - Da MIGULA (Krypt. Fl. II, t. 23 M f. 7) nur Vorder- und Scheitelansicht gibt, die eine andere Anordnung der Granula zeigen, füge ich eine eigene Abbildung unserer Form bei (Fig. 28). Länge und Breite 33 mikr.
55. *Co. pseudopyramidatum Lund;* West II, t. 64, f. 9 - 12. - Am Kl. Borowosee, Seeresen.
Var. *stenonotum Nordst.;* West, l.c. f. 8. - Seeresen.
56. *Co. punctulatum Bréb.;* West III, t. 84, f. 13 - 14. Moortümpel Hela, Seeresen.
Var. *subpunctulatum (Nordst.) Börges.* Fa. *a Börges.;* West III, t. 84, f. 15 - 20. - Radaune-Kanal, Seeresen
Fa. ß *Börges.;* West III, t. 85, f. 2. - Buschkau-Johannistal. - Während bei Fa. α der Scheitel schwach gestutzt und glatt ist, ist er bei Fa. ß gestutzt-gerundet und granuliert wie die Seiten.



750/1.
Fig. 29.

57. *Co. pusillum (Bréb.) Arch.;* West III, t. 71, f. 3 - 4. - Seeresen, sehr zerstreut. - Nach WEST nur 7 - 10 mikr lang und breit, Isthm 3 - 5 mikr; hier 12 mikr lang, 10 mikr breit, Isthm. 2,5 mikr.
58. *Co. pygmaeum Arch.;* West III, t. 71, f. 22 - 31. - Rosenbruch, Seeresen. - Diese winzige Desmidiacee ist sehr variabel. Eine von den WEST'schen Figuren etwas abweichende Form aus Buschkau-Johannistal zeigt Fig. 29. Sie ist schlanker als bei WEST, 11 mikr lang, 10 mikr breit, Isthm. 3,5 mikr.
59. *Co. pyramidatum Bréb.;* West II, t. 64, f. 5 - 7. - Verbreitet.
60. *Co. quadratum Ralfs;* West III, t. 70, f. 6 - 8. - Sphagnetum Meisterswalde, vereinzelt.
Var. *Willei Schmidle,* Beitr. Alg. Schwarzw. p. 91, t. 4, f. 1 - 2. - Torfstiche Seeresen.

61. *Co. Quadrum Lund;* West IV, t. 100, f. 3 - 6. - Buschkau-Johannistal, Zigelnobruch, sehr selten.

62. *Co. reniforme (Ralfs) Arch.*, West III, t. 79, f. 3 - 4. - In Form und Grösse von der WEST'schen Figur etwas abweichend, darum gebe ich eine eigene Abbildung (Fig. 30). Nach WEST 46 - 57 mikr lang, 44 - 54 mikr breit, Isthm. 18 mikr. Die Masse für Fig. 30a sind: Länge 45 mikr, Breite 35 mikr, Isthm. 10 - 11 mikr. Die Warzen sind in regelmässigen senkrechten und schrägen Reihen angeordnet. Die Abbildung bei MIGULA (Krypt. Fl. II, t. 23, P. f. 3) zeigt eine ganz andere Anordnung der Warzen. Die Masse für Fig. 30a' entsprechen etwa den Angaben WEST's: 65 : 54 : 18 mik. doch ist hier jede Warze noch von Punktgruppen umgeben, wie sie für *Co. margaritatum* charakteristisch sind. Da die Form in demselben Material vorkommt und sich, abgesehen von den Punktgruppen, durch nichts von Fig. 30a unterscheidet, vermag ich sie von *Co. reniforme* nicht zu trennen. Bei Betrachtung mit Ölimmersion zeigt sich übrigens jede Warze auf ihrem Scheitel noch mit einem sekundären Wärzchen (Fig. 30'') versehen. - Buschkau-Johannistal, Seeresen, Zigelnobruch und -See, nicht selten.

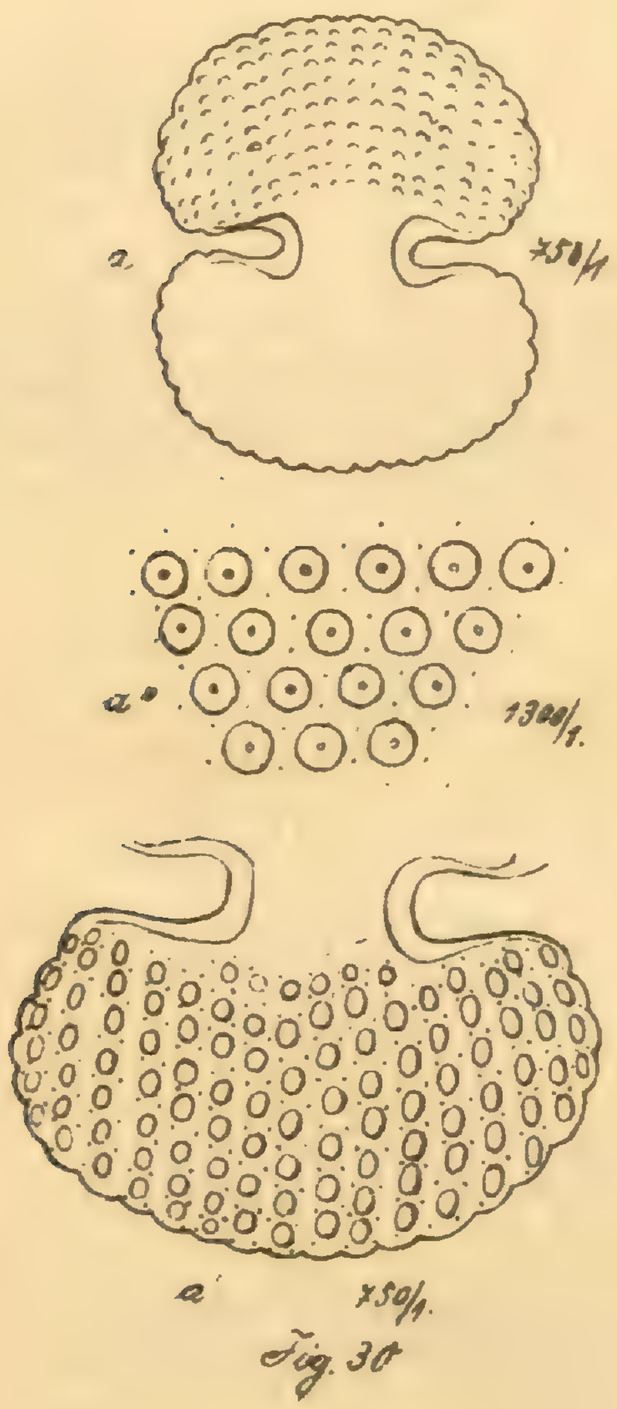


Fig. 30

63. *Co. retusum (Perty) Rbh.* Grönblad, Finnl. Desm. p. 47, t. 5, f. 6 - 8. - Fa. Fig. 31. Weicht ab durch eigenartige, wellige Membranverdickungen, die sowohl in Vorder- als auch in Scheitelansicht deutlich hervortreten. Kleiner als die Stammform, Länge 25 mikr, Breite 21 mikr, Scheitel 11 mikr breit. - Sphagnetum bei Mariensee.

Fig. 31

64. *Co. sexangulare Lund* Fa. *minima Nordst.*; West III, t. 72, f. 4 - 5. - Forst Mariensee, Schlawkau, Kelpiner- und Zigelno-See - Für Deutschland neu.

65. *Co. sexnotatum Gutw.* Var. *subtriomphalum Schmidle*, Beitr. alpin. Alg. p. 457, t. 15, f. 28 - Forst Mariensee, sehr vereinzelt.

66. *Co. subcrenatum Hantzsch*, West III, t. 86, f. 2. - Nenkau, Seeresen.

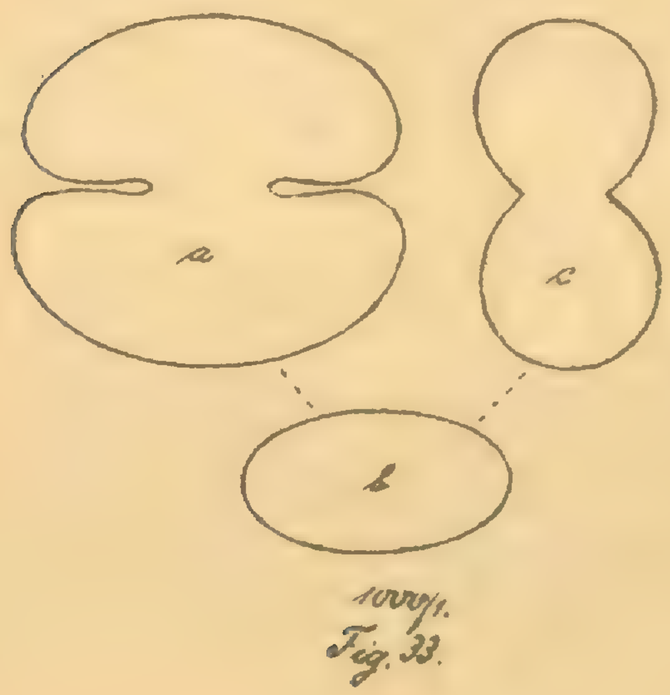
67. *Co. subundulatum Wille*, Fa. Fig. 32. - Seiten- und Scheitelansicht zeigen von WEST (Mngr. II, t. 59, f. 13 - 15) abweichende Struktur und deutliche Warzen statt der bei WEST angedeuteten Wellenlinien. Länge der Halbzelle 26 mikr, Breite 41 mikr. - Seeresen. - Eine ähnliche Form bildet nach Dr. KAISER WILLE in Norg. Freskv. alg. 1880, t. 1 f. 9 c ab.

Fig. 32.

68 *Co. subtumidum Nordst.*; West II, t. 63, f. 18 - 20. - Rosenbruch, nicht selten.

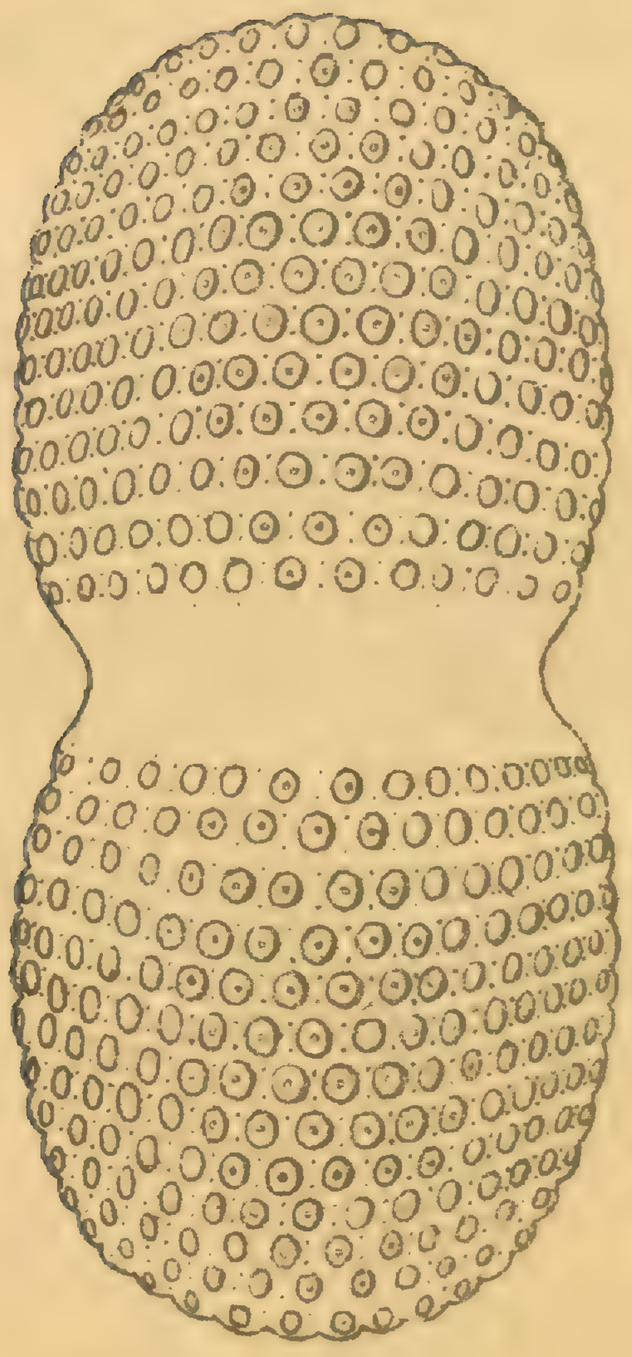
Var. *Klebsii (Gutw.) West*, Fa. Fig. 33 - Weicht durch gerundeten Apex und geringere Gröss ab. Länge 23 - 28 mikr, Breite 26 - 30 mikr, Isthmus 6 mik - Seeresen. - Man könnte die Form vielleicht auch zu *Co. depressum (Naeg.) Lund* stellen. Sie würde dann etwa der Fa. SCHRÖDER (Plön. Berichte VI, p. 34, t. 1, f. 9) entsprechen; doch müsste der Sinus

dann nach aussen mehr geöffnet sein.
69. Co. tenue *Arch.*; West II, t. 61, f. 12 - 15. - Mariensee In Algenrasen

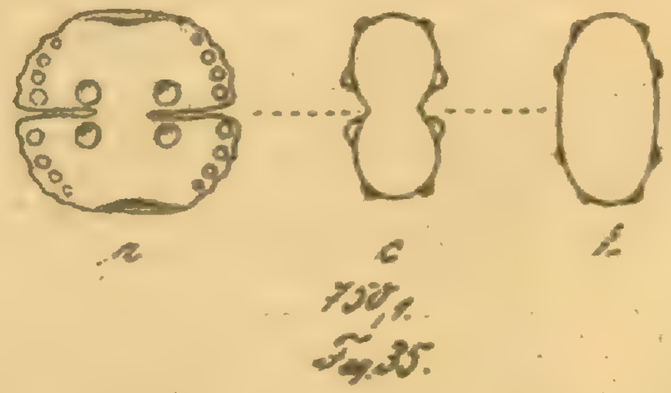


700/1.
Fig. 33.

70. Co. tesselatum *(Delp.) Nordst.* (incl. *Co. Cohnii (Kirchn.)*).- Auch hier wurden mehrfach Formen beobachtet, deren eine Zellhälfte zylindrischen Bau wie *Co. tesselatum* aufwies, während die andere Hälfte mit ausgesprochen oblonger Form dem *Co. Cohnii* zuzurechnen war. Mit Recht hat darum Dr KAISER (Desm. d. Berchtesgadener Landes, Krypt Forsch, nr. 4, 1919, p. 226) *Co. Cohnii* mit *Co. tesselatum* vereinigt. - Da die mir bekannten Abbildungen die Strukturverhältnisse dieser prächtigen Form entweder nur andeuten oder garnicht berücksichtigen, gebe ich eine eigene Figur (Fig. 34). In einigen leeren Zellen wurden bei hoher Einstellung sekundäre Wärzchen, wie in der Zeichnung angedeutet, beobachtet. Sie sind nach Dr. KAISER nur der optische Ausdruck der eigentümlichen Struktur, wovon ich doch nicht so ganz überzeugt bin, sonst müsste die Erscheinung auch bei andern grosswarzigen Formen in's Auge fallen. Ich habe sie jedenfalls nur hier und, wie schon bemerkt, bei *Co. reniforme* (Fig. 30a'') beobachtet.


700/1.
Fig. 34.

71. Co. tetrachondrum *Lund*, Fa. Fig. 35. - Steht nach einer Mitteilung von Dr. KAISER dem *Co. tetrachondrum* fa. *verrucosa Eichl.* in Panniet. Fizy. T. 14, 1894, Dz. III p. 126, t. 3, f. 19 nahe, ist aber wohl eine besondere Form davon. Seiten leicht 4-wellig, Scheitel gestutzt-gerundet, mit ähnlicher Membranverdickung wie bei *Co. retusum*, als wäre der Scheitelrand leicht eingerollt. Den 4 seitlichen Vorwölbungen entsprechen 4 Randwarzen. Jede Halbzelle trägt in der Mitte 2 kräftige Papillen, die in Seitenansicht weit hervorragen. Scheitelansicht mit 8 hervortretenden Randwarzen. Länge 22 mikr, Breite 25 mikr, Isthm. 6 mikr. - Seeresen. Nur in einem Exemplar beobachtet.



700/1.
Fig. 35.

72. Co. tetraophthalmum *Bréb.*; West III, t. 95, f. 4 - 7. - Am Borowosee, Seeresen.

73. Co. tumidum *Bréb.*; West II, t. 60, f. 18. - Rosenbruch, Seeresen.

74. Co. turgidum *Bréb.*; Ralfs, Brit. Desm. t. 32, f. 8; West,III, t. 75, f. 1 - 3. - Diese grosse und schöne Form wurde nur im Sphagnetum am Kl. Borowosee angetroffen.

75. Co. Turpinii *Bréb.*; West III, t. 82, f. 16 - 17. - Kelpiner und Zigelnosee. Var. *Podolicum Gutw.*; West III, t. 83, f. 2. - Gut charakterisiert durch die 2 seitlichen Einkerbungen dicht unter dem Scheitel. - Kelpiner See.

BORGE (Beitr. z. Algenfl. v. Schwed. 1913, p. 22, t. 1, f. 19) beschreibt ein *Co. Turpinii* var. *eximium West*, fa. *minor* von 52 - 55 mikr Länge, 46,5 - 49,6 mikr Breite, Isthm. 13 - 14 mikr. Ein sehr ähnliches *Cosmarium* wurde hier

als Planktonform im Kelpiner- und Zigelnosee häufiger angetroffen. Es unterscheidet sich von BORGE's fa. *minor* nur durch seine grössere Schlankheit. Länge 52 - 56 mikr, Breite 42 - 48 mikr, Isthm 10 mikr. Es heisst bei BORGE l c "semicellis apice magis retusis". Auch bei unserer Form ist der Scheitel in der Mitte stark zurückgebogen.

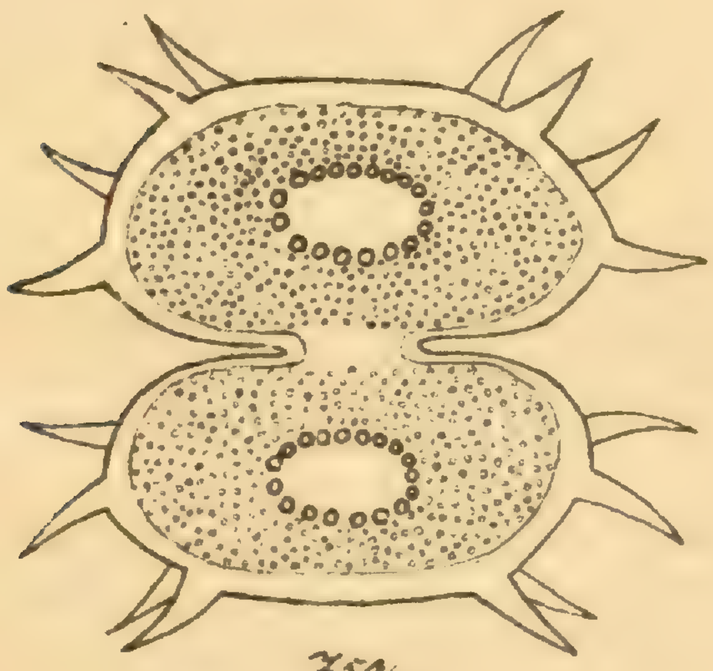
76. Co. undulatum Corda; West II, t 59, f 1 - 5. - Seeresen.

77. Co. venustum (Bréb.) Arch.; West III, t. 66, f. 1 - 3. - Seeresen, Schlawkau.

Genus *Xanthidium* Ehrb.

1. *X. antilopaeum (Bréb.) Ktz.;* West IV, t. 108, f. 7 - 17. - Meisterswalde, Seeresen, Schlawkau, nicht selten

Var *Crameri Grönblad,* New Desmids p. 47, pl. 4, f. 28 - 29 (Syn. = *X. fasciculatum Cramer* in Hedwigia 1863, t. 12, f. 2). Unsere Form (Fig. 36) weicht von der finnischen durch eine fein punktierte Membran ab und ist auch um ein geringes kleiner Länge 54 mikr, mit Dornen 74 mikr, Breite 52 mikr, Isthm. 14 mikr. - Seeresen.



750/1.
Fig 36.

Var. dimazum Nordst., Norg. Desm. (1873) t. 1, f. 19; Grönblad, New Desmids p. 45, t. 4, f. 9 - 14- Nur im Kelpiner- und Wodznosee vorkommend, dort aber häufig und sehr variabel (cf. Abschnitt übermonströse etc. Bildungen!).

Var. *ornatum Anderss.*, Sverig. Chlor. (1890) t. 1, f. 6; Grönblad, New Desmids p. 43, t. 4, f. 30 - 31 - Scharshütte, Seeresen (det. GRÖNBLAD)

Var *polymazum Nordst.;* West IV, t. 108, f. 19. - Die hiesige Form (Fig. 37) weicht von der Abbildung bei WEST ab durch die sehr in die Breite gezogenen Zellhälften, die versetzten Seitendornen, die schräg aufwärts gebogenen Scheiteldorenen und die grob punktierte Membran. Seiten- und Scheitelansicht entsprechen ziemlich genau der WEST'schen Figur. - Seeresen.

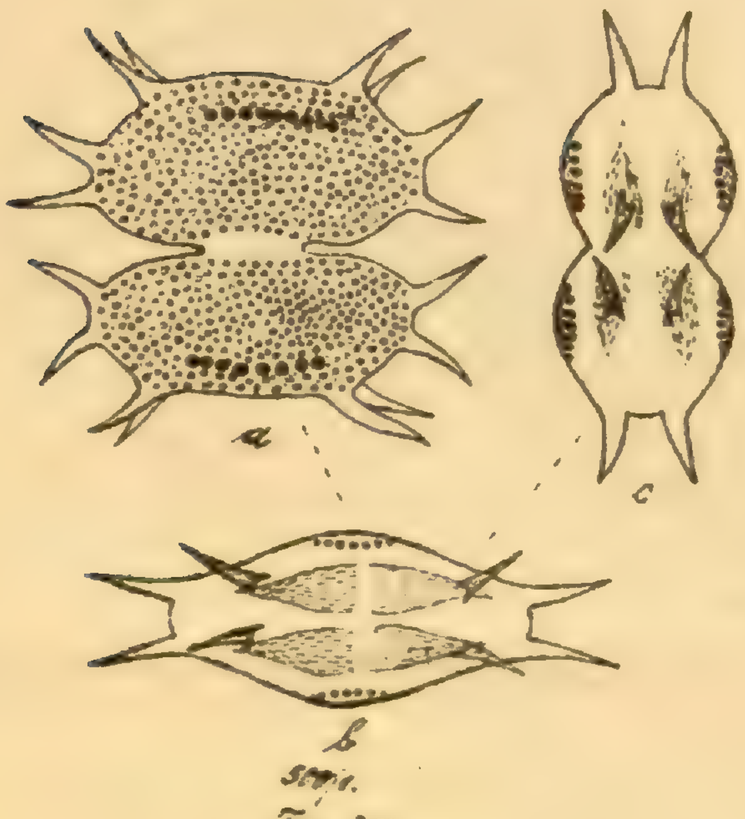


Fig. 37.

Var. *triquetrum Lund;* West IV, t. 109, f. 1. - Hela, Mariensee, Rosenbruch, Scharshütte.

2. *X. armatum (Bréb.) Rbh.;* West IV, t. 104, f 1 - 4. - Hela Scharshütte.

Fig. 38

3. *X. concinnum Arch* var *Boldtianum West*, Mngr. IV, t. 112, f. 11. - Syn. = *Arthrodesmus hexagonus* fa. *Boldt* (1885) = *Arthtr. hexagonus Boldt* var. *polonica Eichl. et Racib.*) Nur Buschaku-Johannistal, sehr vereinzelt.- Da die Form für Deutschland neu ist, gebe ich eine eigene Abbildung (Fig. 38). - Von *Arthr. hexagonus Boldt* (Migula, Krypt. Fl. II, p 513, t. 27 C, f. 14) verschieden durch die fehlenden Scheiteldornen.

4. *X. cristatum (Bréb.) Rbh.;* West IV, t. 110, f. 8 - 9 - Mariensee, Seeresen

Var *uncinatum Bréb.;* West IV, t. 111, f. 2 - 4 - Forst Mariensee

Unsere Form (Fig 39) weicht durch ihre Bedornung und durch die kräftig punktierte Membran von den WEST'schen Figuren ab.

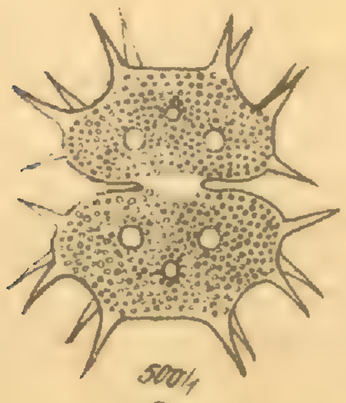
Fa *polonica Gutw.*, De nonnull. alg nov. t. 7, f. 67. - Forst Mariensee

5. *X. fasciculatum Ehrb.;* West IV, t. 111, f. 6 - 7 .- Schlawkau, Seeresen, selten - Was MIGULA (Krypt Fl. II, t. 27 D, f. 5) als *X. fasciculatum* abbil-

det, gehört zu *X. antilopaeum,* und zwar wahrscheinlich zur var. *ornatum Anderss*

Genus *Arthrodesmus* Ehrb.

1. *A. bifidus Bréb.*;West IV, t. 117, f. 11 - 13. - Seeresen.
2. *A. Bulnheimii Racib.;* West IV, t. 116, f. 2. - Sphagnetum bei Berent.
3. *A. convergens Ehrb.;* West IV, t. 116, f. 4 - 12. - Mariensee, Meisterswalde, Seeresen - Häufig mit fest umgrenzter, kugeliger Gallerthülle, deren Innenschicht deutliche Stäbchenstruktur zeigt, während sie nach OLTMANNS (Morphologie u. Biologie d. Algen p. 77) bei *Arthrodesmus* stets s t r u k t u r l o s sein soll.

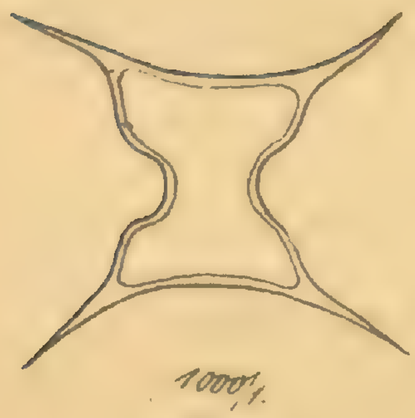


500/1
Fig. 39.

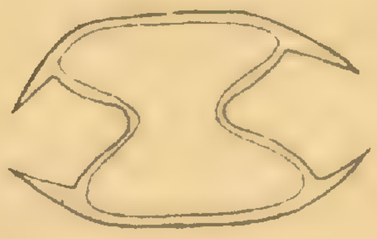
4. *A. Incus (Bréb.) Hass.;* West IV, t. 113, f. 13 - 15. - Schlawkau, Seeresen.

Var. *extensus Anderss.*; Borge, Bot. Notiser 1913, t. II, f. 23. - Berent. - Von var. *isthmosus Heimerl* verschieden durch die stark divergierenden Stacheln. Da nach LÜTKEMÜLLER auch die im Millstättersee gefundenen Exemplare mehr zur var. *isthmosus* hinneigen, wäre die Fundstelle bei Berent die erste in Deutschland. - Hierzu Fig. 40.

Var. *Ralfsii* fa. *latiuscula West,* Mngr. IV, t. 114, f. 5. - Die hiesige Form (Fig. 41) ist zwar etwas grösser als bei WEST, gehört aber wohl doch zu der zitierten Figur. Sie entspricht im Umriss übrigens auch ziemlich genau dem *A. curvatus* var. *imatrensis Grönblad* (New Desmids, p. 54, pl. III, f. 51), das nur etwas grösser ist. Masse bei GRÖNBLAD: long. 30, cum spin. 57, se. spin. lat. 38, isthm. 8 - 11 mikr; hier: long. 26, cum spin. lat. 40, sine spin. lat. 27, isthm. 10 mikr. - Meisterswalde, nur in wenigen Exemplaren.

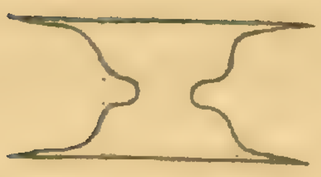


1000/1
Fig 40.



700/1
Fig. 41.

Var. *vulgaris Eichl. et Racib*fa. *recta Eichl. et Racib.*,Nowe gatzielen t. III, f. 24. - WEST vereinigt diese Form mit var. *Ralfsii West.* Ich kann mich seiner Ansicht nicht anschliessen, aus dem gleichen Grunde, den KAISER (Algenfl. Traunstein p. 143) für var. *isthmosus Heimerl* ins Feld führt. KAISER, l.c. , ist geneigt, fa. *recta* zu var. *isthmosus* zu stellen, die aber doch einen viel schärfer abgesetzten Isthmus hat, auch sindbei fa. *recta* die Stacheln durchaus wagrecht (Fig. 42). Länge und Breite 24 mikr, mit Stacheln 40 mikr breit. - Schlawkau, Seeresen.



500/1
Fig. 42.

Fa. *minor West,* Mngr. IV, t. 113, f. 16 - 19. - Isthmus bedeutend länger als bei WEST, worauf auch KAISER, l.c., hinweist. Dadurch erhält die Form ein anderes Aussehen als bei WEST (Fig. 43) Länge 12 mikr, Breite 9 mikr, mit Stacheln 16 mikr breit. - Berent, Rosenbruch.

1000/1
Fig. 43.

5. *A. octocornis Ehrbg.;* West IV, t. 117, f, 6 - 9. - Forst Mariensee, Rosenbruch, Seeresen.

6. *A. tenuissimus Arch.;* West IV, t. 117, f. 18 - 19. - Schlawkau.

7. *A. triangularis Lagerh.;* (Syn. = *A. Incus* fa. *rotundata Racib.;* West IV, t. 114, f. 11 - 13. - Meisterswalde, Seeresen.

Genus *Staurastrum* Meyen.

1. *St. aculeatum (Ehrb.) Menegh.* ; Ralfs, Brit. Desm. t. 23, f. 2. - Mariensee, Seeresen. Auch mit strahliger Gallerthülle. - Die Abbildung bei MIGULA (Krypt. Fl. II, t. 28, f. 15) ist eine Kopie von f. 2b der zitierten RLAFS'schen Figur. Beide sind infolge der farbigen Ausführung undeutlich.
Fa. *a* (Fig. 44). - In der Ausbildung der Eck- und Randstacheln sehr vom Typus ab-

weichend. Länge 34 mikr, Breite 46 mikr. - Sphagnetum bei Berent. - Entspricht bis auf die reichere Bedornung genau der Fig. 50 pl. 11 in WEST's Variation of the Desmidiaceae, Linn. Soc. Journ. Bot. XXXIV.

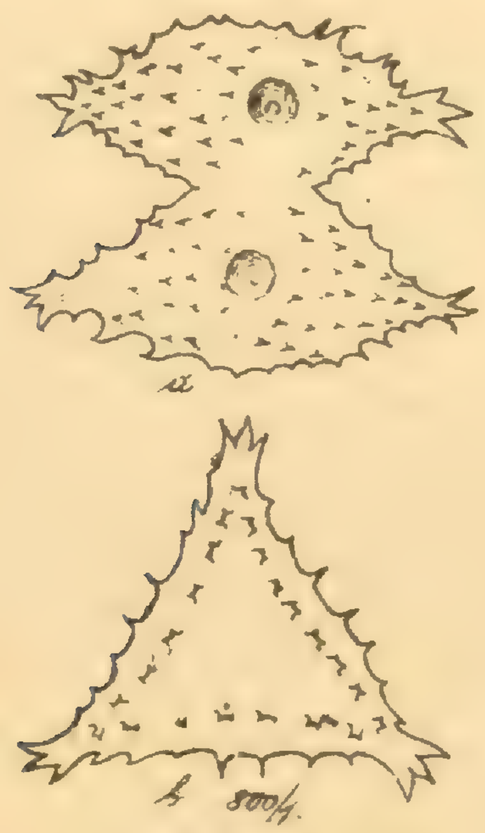


Fig. 44.

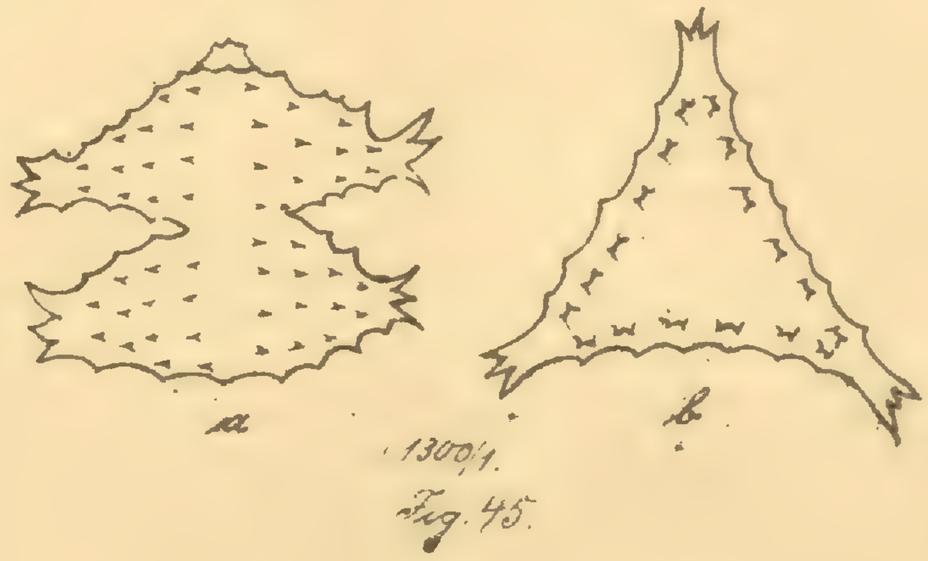
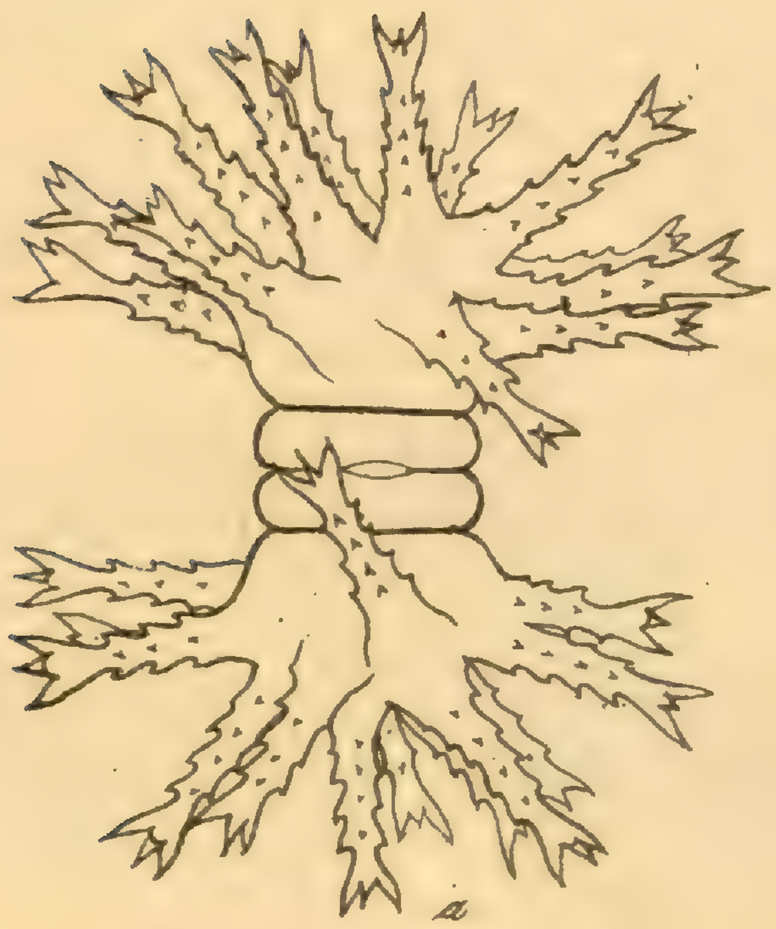


Fig. 45.

Fig. 47.

Fig. 48.



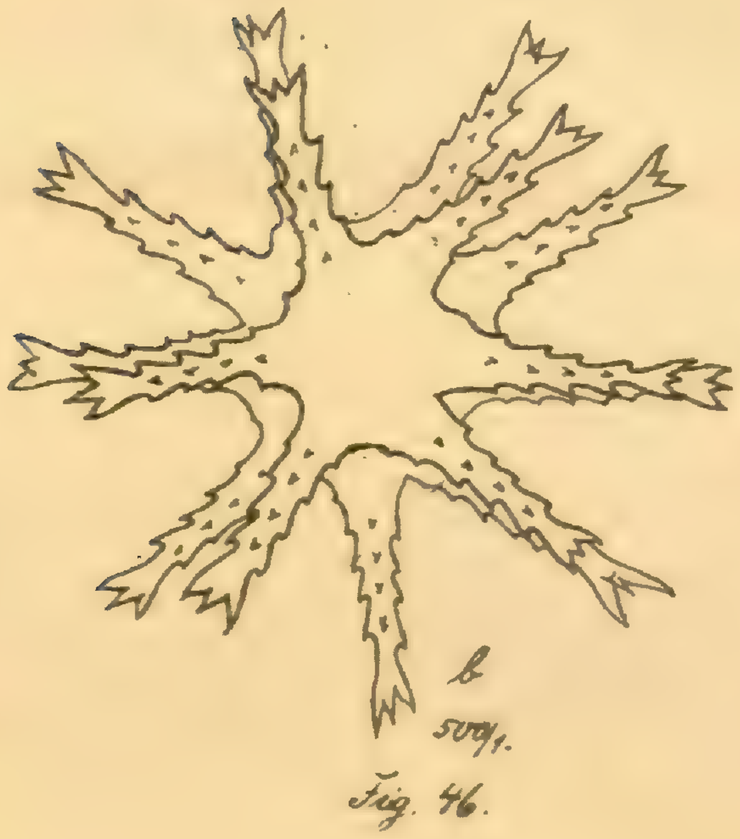


Fig. 46.

Fa. ß. Fig. 45. - Unterscheidet sich von der vorigen durch geringere Grösse. Länge 22 mikr, Breite 24 mikr, mit Stacheln, Isthm 6 - 7 mikr. Die Randstacheln sind viel schwächer entwickelt; den Seiten der Scheitelansicht scheinen sie ganz zu fehlen. - Forst Mariensee.

2. *St. alternans Bréb.*; Ralfs, Brit. Desm. t. 21, f. 7. - Forst Mariensee, Seeresen.

3. *St. Arachne Ralfs*, l.c. t. 23, f. 6. - Wie vor und Zigelnobruch.

4. *St. Arctiscon (Ehrb.) Lund*, Desm. Suec., t. 4, f. 8. - Meisterwald, Kelpiner- und Zigelnosee, Zigelnobruch.

Die Abbildung bei MIGULA (Krypt. Fl. II, t. 28 C f. 5) ist irreführend; darum gebe ich eine eigene Figur (Fig. 46). Die Vorderansicht (46a) ist zugleich eine Teilungsfigur. Durchmesser der Scheitelansicht mit Fortsätzen 120 mikr.

5. *St. arcuatum Nordst.*, Norg. Desm. t. 1, f, 18. - Moorkessel auf Hela, Seeresen.

6. *St. Avicula Bréb.*; Ralfs, Brit. Desm. t. 23, f. 11. - Berent, Seeresen.

Var. *subarcuatum (Wolle) West*, New Brit. Freshw. Alg. 1894, p. 10; Kaiser, Algenfl. v. Traunst. Krypt. Forsch. 1918 nr. 3, p. 144, f. 16. - Unsere Form (Fig. 47)weicht von der bayrischen durch ihre Gedrungenheit , die sehr verkürzten Arme und die wesentlich kleineren Eckstacheln ab. Länge und Breite mit Stacheln 30 mikr, Isthm 10 mikr breit. - Kelpiner und Zigelno-See.

7. *St. brachiatum Ralfs*, Brit. Desm. t. 23, f. 9. - Schlawkau, Zigelnobruch; hier am 11 X. 21 reichlich mit Zygoten.

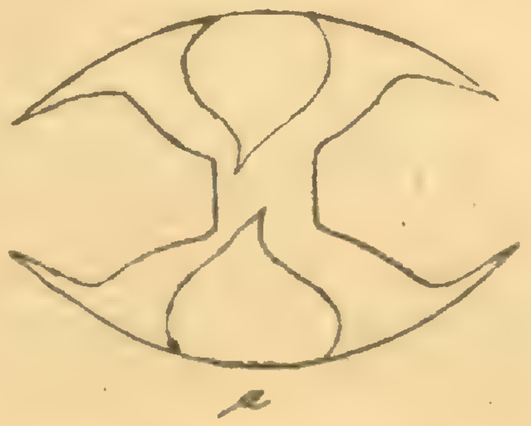
Fa. *minor Lütkemüller*, Desm. Millst. Sees 1900, p. 78, t. 1, f. 48. - Die Stammform hat hier 2-gabelige, fa *minor* 3-gabelige Fortsätze. Da

LÜTKEMÜLLER das *Staurastrum* nur "a fronte" abgebildet hat, gebe ich eine eigene Figur (Fig. 48). - Länge mit Fortsätzen 21 mikr, Breite 26 mikr, Isthm. 8 mikr - Berent, Zigelnobruch.

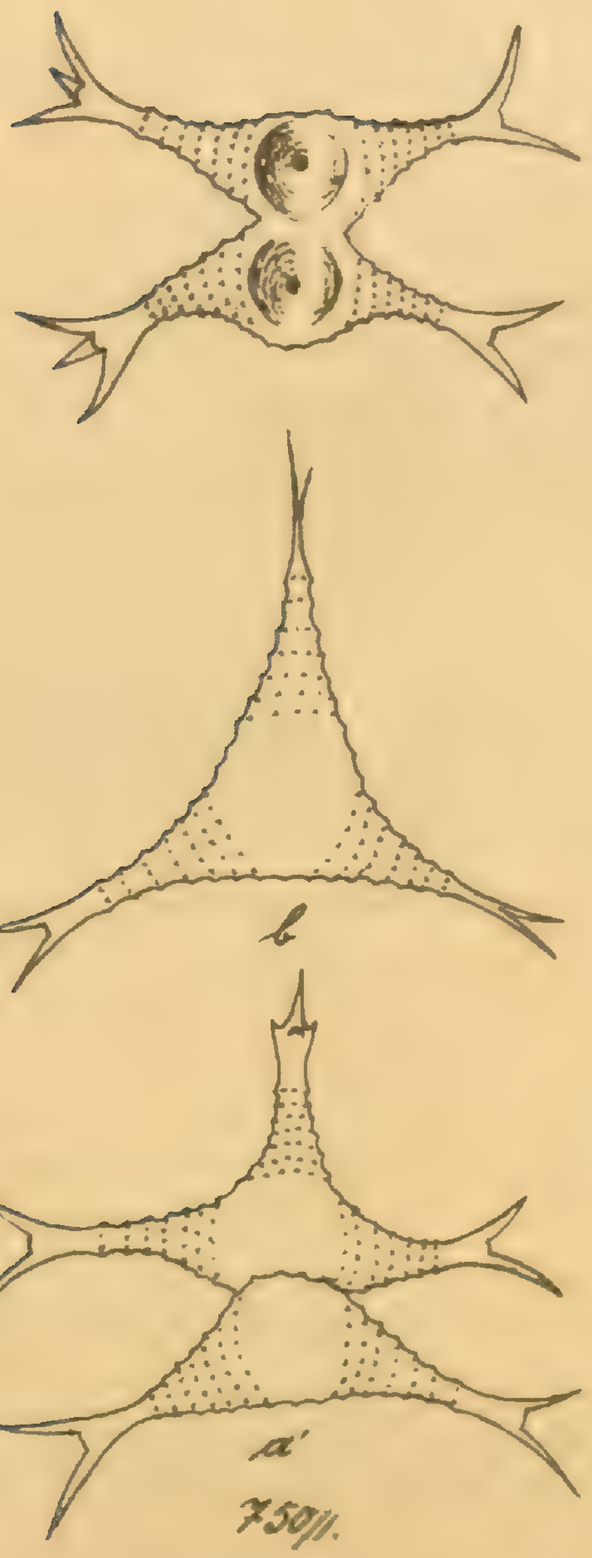
8. St. Brébissonii Arch.; Migula, Krypt. Fl. II, t. 28 G f. 1. - Zigelnobruch

9. St. brevispinum Bréb.; Ralfs, Brit. Desm. t. 34, f. 7; West IV, t. 123, f. 1 - 3. - Am Kl. Borowosee mit strahliger Gallerthülle; Seeresen.

600/1.
Fig. 49.



800/1
Fig. 51.



a'
750/1.
Fig 52.

c
1000/1.
Fig 50.

10. St. Cerastes Lund, Desm. Suec. t. IV f. 6. - Sphagnetum bei Berent, selten. Für Deutschland neu. Fig. 49. Da es sich um eine meiner ersten Beobachtungen handelt, habe ich s Z nur die Scheitelansicht gezeichnet. Die Skizze ist zudem noch ohne Zeichenapparat angefertigt, will also auf absolute Genauigkeit keinen Anspruch machen. Durchmesser 70 mikr.

11. St. controversum Ralfs Fa. *Lütkem.*, Verh. zool. bot. Ges. Wien L, p. 78, 79. - Bisher nur vom Millstätter See bekannt. Da LÜTKEMÜLLERS Arbeit nicht allgemein zugänglich ist, gebe ich eine eigene Figur (Fig. 50). Länge 31 mikr, mit Dornen 36 mikr, Breite 22 mikr, mit Dornen 38 mikr, Isthm. 11 mikr. Zigelnobruch, Rosenbruch, häufig

12. St. cuspidatum Bréb.; Ralfs, Brit. Desm. t. 21, f. 1. - Rosenbruch, Seeresen, Zigelnobruch.

Fa. Fig. 51 - Weicht ab mit kürzerem Isthmus und abwärts gebogenen Stacheln. 35 mikr lang, 30 mikr breit, mit Stacheln 44 mikr breit - Seeresen.

Eine sehr ähnliche Form ist fa. *incurva Heimerl,* Desm. alp. t. V, f. 19; doch sind die Eckdornen dort etwas schlanker und mehr gekrümmt, der Isthmus hat nicht parallele Seiten, son-

dern er geht mit leichter Krümmung in die halbmondförmigen Zellhälften über.
13. St. cyathodes Joshua, var. *gracile nov. var.* Fig. 52. - Dieses zierliche *Staurastrum* wurde im Juni 1921 im Kelpiner- und Zigelnosee in zahlreichen Exemplaren angetroffen. Es ist eine ausgesprochene Planktonform Die langen, schlanken Arme mit den breit auseinanderlaufenden Enddornen erhöhen die Schwebefähigkeit sicher in hohem Masse. Länge 25 mikr, Breite mit Enddornen 58 mikr. Scheitel und Arme zeigen am Rande zierliche, nach innen gerichtete Einkerbungen Jeder Arm ist mit 7 gekrümmten Punktreihen versehen, die den Einkerbungen entsprechen. Die Armenden sind am Rande glatt, hyalin und laufen in weit auseinanderstrebende dreigabelige Dornen aus, deren kleinerer Mitteldorn nicht immer sichtbar ist. Die Scheitelansicht ist dreieckig mit stark konkaven Seiten. In Scheitelansicht liegen die Enddornen vielfach übereinander und sind nur teilweise sichtbar. Die zentrale Area ist kahl. - GRÖNBLAD (Finnl. Desm. p 61, t 3, f. 132 - 134) beschreibt ein ähnliches *Staurastrum* als *St. cyathodes* var. *Keuruense* . Es ist aber bedeutend grösser, mit Fortsätzen 61 mikr lang und 62 mikr breit Bei der finnländischen Varietät sind in Vorderansicht die Arme schräg aufwärts gebogen, hier stehen sie wagrecht ab.
14. St. dejectum Bréb.; Ralfs, Brit. Desm. t. 20, f. 5. - Verbreitet. 17. V. 21 in Seeresen mit Zygoten.
Var. *mucronatum (Ralfs) Kirchn.,* Alg. Schles. p. 169. Fa. Fig. 53. - Das hier abgebildete *Staurastrum,* das offenbar grosse Ähnlichkeit mit *St. brevispinum Bréb.* hat, sich von ihm aber durch grössere Schlankheit der Halbzellen und längere Dornen auszeichnet, ist nach einer Mitteilung von Herrn Dr. KAISER eine Form von *St. dejectum* var. *mucronatum.* Länge 22 mikr, Breite mit Dornen 25 mikr, Isthm. 7,5 mikr. - Seeresen.

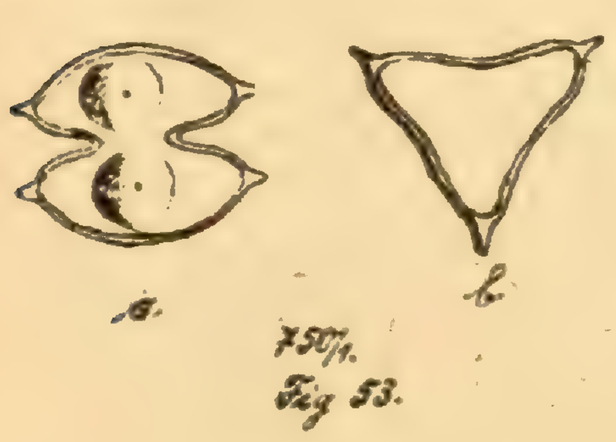


Fig 53.

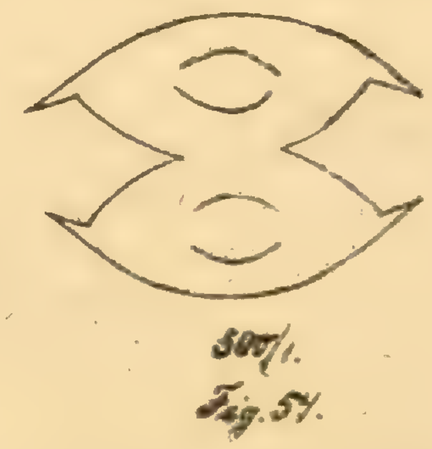


Fig. 54.

15. St. Dickiei Ralfs, Brit. Desm. t. 21, f. 3. - Meisterswalde.
Fa. Fig. 54. - Weicht ab durch die nach innen spitze, nach aussen sehr schnell sich erweiternde Mitteleinschnürung und die spitzovalen Zellhälften. Scheitelansicht dreieckig, mit stark konkaven Seiten. Länge 48 mikr, Breite ohne Dornen 43 mikr, mit Dornen 62 mikr, - Zigelnobruch, selten.
Var. *Gedanense nov. var.,* Fig. 55. - Dieses, seiner Form nach entschieden zu *Staurastrum Dickiei* gehörige *St.* weist, wie mir Herr Dr. KAISER schreibt, durch seine sogar am Rande scharf hervortretende Punktierung mindestens auf eine neue Varietät hin. Wegen seines Vorkommens in nächster Nähe Danzigs (Moorkessel bei Meisterswalde) bezeichne ich es als Var. *Gedanense.* Die Vorderansicht entspricht im Umriss ziemlich genau der RALFS'schen Figur (t. 21, f. 3), doch treten die Enden der Halbzellen schärfer hervor und erscheinen fast eckig. An den Ecken sitzen die im allgemeinen kürzeren Enddornen. Die Mitteleinschnürung ist bei Fig. 55a breit linear, bei Fig. 55 a' spitzwinkelig; Fig. 55a' ist auch durch grössere Enddornen ausgezeichnet Charakteristisch ist die ziemlich grobe, weitläufige und unregelmässige Punktierung. Länge bei a 48 mikr, a' 38 mikr lang, 44 mikr breit. Die Innenstruktur der Scheitelansicht (55 b) war leider mit Sicherheit nicht festzustellen.

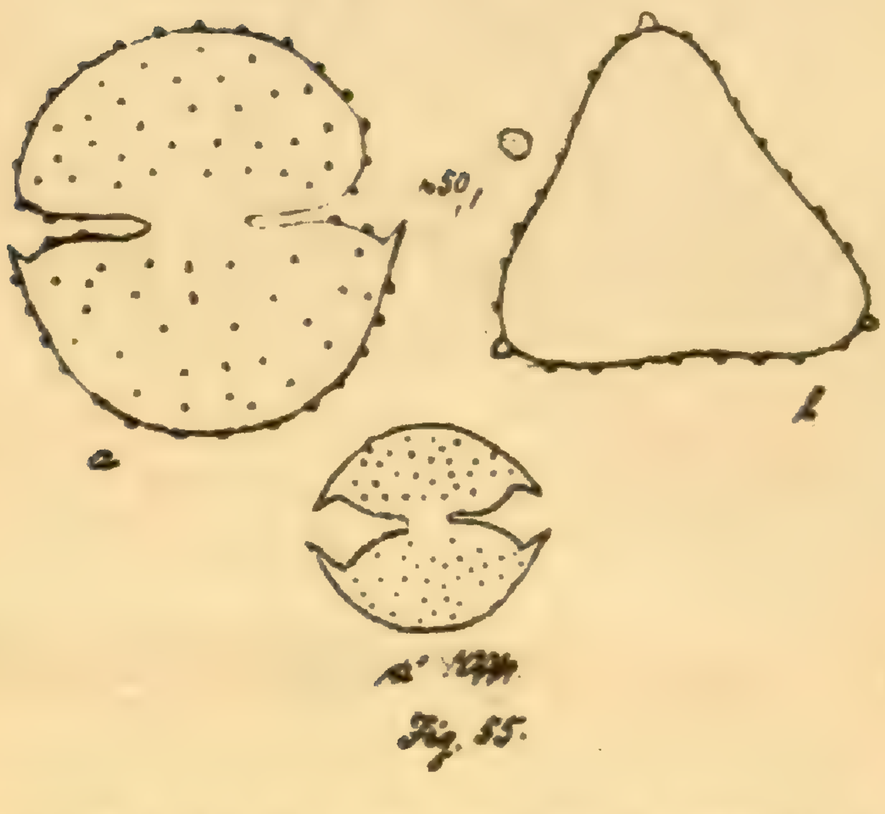
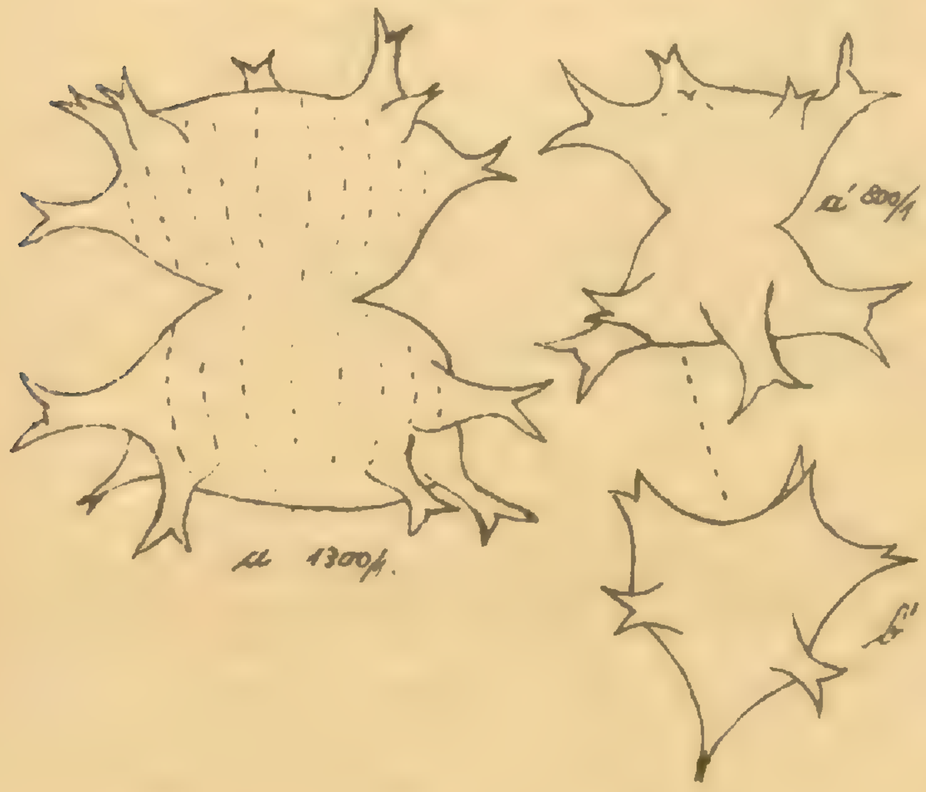


Fig. 55.

16. St. dilatatum Ehrb.; West IV, t. 126, f. 10 - 14. - Mariensee, Seeresen
17. St. furcatum (Ehrb.) Bréb. Dieses sehr variable *Staurastrum* ist hier in 3 gut

unterscheidbare Formen vertreten.
Fig. 56. *St. furcatum* fa. Mit glatten Seiten und 9 glatten, hyalinen, schlanken zweispitzigen Fortsätzen Membran fein punktiert. Fig. 56 a mit Fortsätzen 32 mikr breit und lang, Fig. 56 a' 26 mikr lang, 44 mikr breit. - Berent, Hela
Fig. 57. Var. *senarium* fa. Nach Dr. KAISER (Algenflora Traunstein, p. 144) kommen von *Staurastrum furcatum* Exemplare vor, deren eine Zellhälfte dem *St. furcatum* nit 9 Fortsätzen, die andere dem *St. senarium (Erhb.) Ralfs* mit 15 Fortsätzen entsprechen. KAISER fasst darum mit Recht *St. senarium* nur als Varietät, evtl. Subspezies von *St. furcatum* auf. Fig. 57 gehört nach KAISER zur fa. *evoluta, spin. maxima (armigera) Schmidle,* (Alg. Geb. Oberrhein 1893, p. 553), ist aber ausgezeichnet durch ungewöhnlich grosse, breit gegabelte Fortsätze. Grösse mit Fortsätzen 42 zu 45 mikr. - Buschkau-Johannistal, Schlawkau.

Fig. 56.



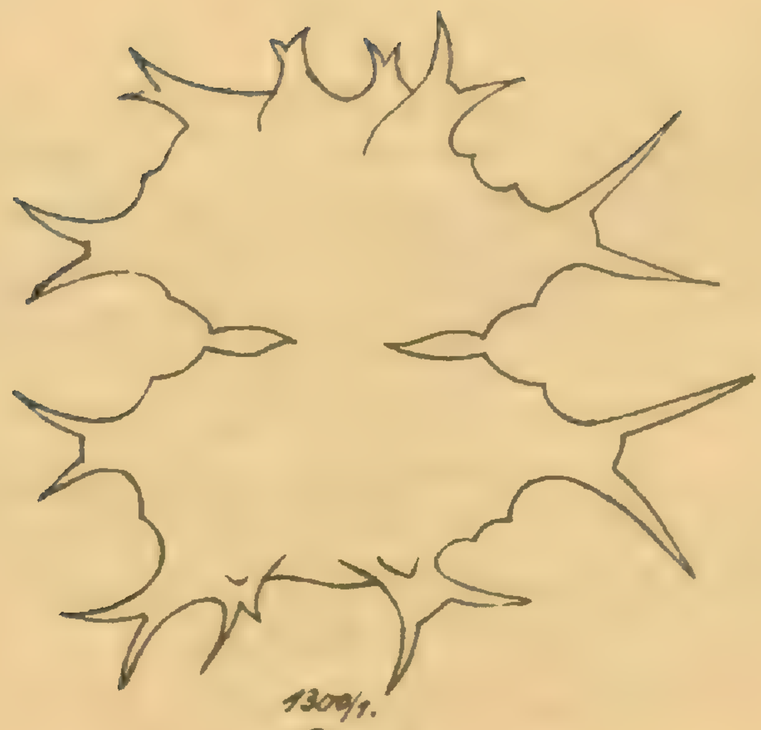
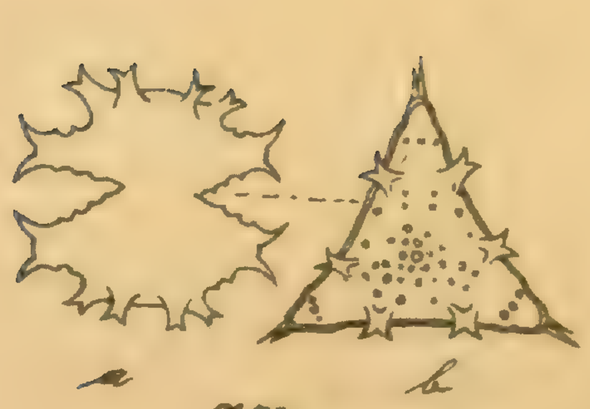


Fig. 57.

Fig. 58. Fa. *spinosum (Ralfs) Nordst.* - (Syn. = *St. spinosum Ralfs*)-Sehr häufig im Rosenbruch und in Buschkau-Johannistal. Unsere Form weicht in verschiedenen Stücken von der Figur bei RALFS (Brit. Desm. t. 22 f. 8) ab. Bei RALFS sind die Seiten glatt, hier gebuchtet. Bei RALFS unterscheiden sich die seitlichen Fortsätze kaum von den Scheitelfortsätzen, hier sind sie wesentlich grösser und breiter gegabelt. Die Scheitelansicht bei RALFS (8 b) ist glatt, hier (58 b) ist die Membran fein granuliert, und die Granula zeigen eine regelmässige Anordnung. Mit Fortsätzen 26 mikr lang, 28 mikr breit.
18. St. furcigerum Bréb.; Ralfs, Brit. Desm. t. 23, f. 12. - Seeresen, häufig.
Var. *armigerum Nordst.;* West, Desm. variat. p. 396 / 397. Im apicalen Kranz mit 6 Fortsätzen, während der Typus nur 3 hat. - Seeresen, seltener als die Stammform.
Var. *crassum Schröder,* Forschungsbericht Plön 97, t. 4, f. 6. - Wie vor.
19. St. glabrum (Ehrb.) Ralfs, Brit. Desm. p. 217. - Hela, Kelpiner See, Seeresen.
20. St. gracile Ralfs, l. c. t. 22, f. 12. - Rosenbruch, Seeresen. Im Forst Mariensee eine sehr grosse schlanke Form, in Scheitelansicht von 84 mikr Seitenlänge.
21. St. grande Bulnh.; West IV, t. 119, f. 11 - 13 (Syn. = *Pleurenterium grande (Bulnh.) Lund*).- Zigelnobruch, selten.
22. St. Heimerlianum Lütkem. var. *spinulosum Lütkem.,* Desm. Atters. t. 9, f. 17. - Scharshütte.
23. St. hirsutum (Ehrb.) Bréb.; Ralfs, Brit. Desm. t. 22, f. 3. - Hela, Mariensee, Seeresen.
24. St. hystrix Ralfs, var. *pannonicum Lütkem.,* Desm. Millst. See, t. 1, f. 52 - 53. - Da die Abbildung bei LÜTKEMÜLLER etwas klein ist und bei hiesiger Form "a fronte" die Struktur der Zellmitte abweicht, gebe ich eine eigene Figur (Fig. 59)



x 504.
Fig. 58.

Sphagnetum be Bahnhof Seeresen, selten - Länge mit Dorner 36 mikr, Breite 28 mikr.

25. *St. lunatum Ralfs,* Brit Desm t 34, f. 12 - Mariensee, Kelpiner See, Seeresen. - Neben der typischen Form finden sich auch andere, die an Fa *luxurians Lütkem.* (Desm Böhm. p. 498, t. III, f. 12 - 15) erinnern. Das von DICK , Desm. Südbayerns p. 257 erwähnte und auf t. XVI, f. 11 a - f abgebildete *St. pungens Bréb.* hat übrigens grosse Ähnlichkeit mit *St. lunatum* Fa. *luxurians Lütkem.* Leider hat LÜTKEMÜLLER seine Figur nur "a fronte" abgebildet, sodass nicht mit Sicherheit entschieden werden kann, ob es sich um ein und dieselbe Form handelt. Das von RALFS t. 34, f. 10 a abgebildete *St. pungens* hat jedenfalls viel längere Eckdornen als bei DICK.

Fig. 59

26. St. megacanthum Lund, Desm. Suec. t. 4, f. 1. - Fa Fig. 60. - Weicht "e vertice" ab durch die gleichmässig konkaven Seiten und die spitz zulaufenden Enden. Länge 45 mikr, Breite 75 mik. - Moorkessel bei Meisterswalde, nur in wenigen Exemplaren. Für Deutschland neu.

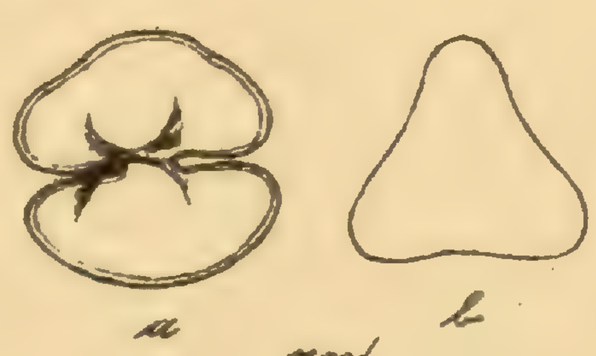
Fig. 60

27. St. mucronatum Ralfs var *subtriangulare West;* Borge, Bot. Notiser 1913, p. 28, t. II, f. 27. - Seeresen, Forst Mariensee. (det. GRÖNBLAD.)

28. St. muticum Bréb.; West IV t. 118, f. 16 - 19. - Mariensee.

Fa *minor Rbh.;* West, l.c. f 20. - Buschkau-Johannistal.

Fig. 61.



29. St. orbiculare (Ehrb.) Ralfs, Brit Desm t. 21, f 5; West IV, t. 124, f. 10 - 11. - Am Borowosee, Buschkau-Johannistal

Var *depressum Roy et Biss.;* West IV, t. 124, f 18 - 19. - Nenkau, Seeresen. - Da die Form für Deutschland neu ist, bilde ich sie ab (Fig. 61). - Länge 26 mikr, Breite 25 mikr.

Var. *extensum Nordst.;* West IV, t. 125, f. 2. - Rosenbruch.

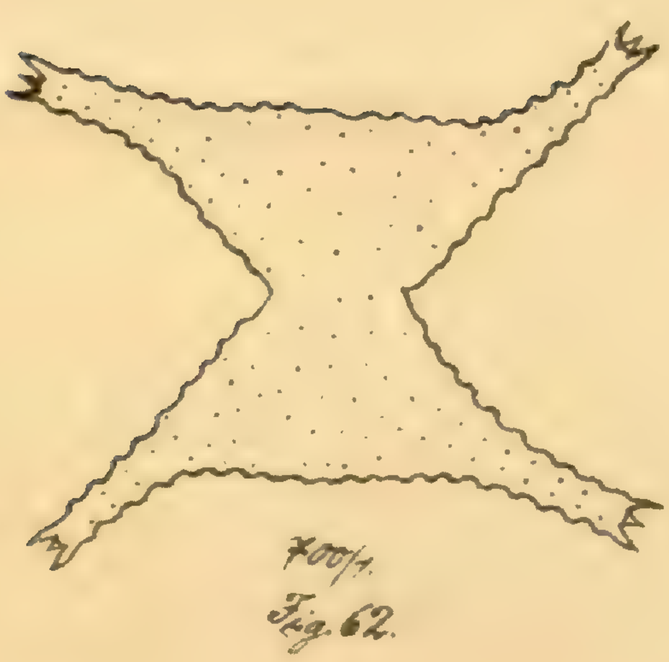


Fig. 62.

30. St. paradoxum Meyen; Ralfs, Brit. Desm. t. 23, f. 8. - Hela, Rosenbruch, Schlawkau, Seeresen.

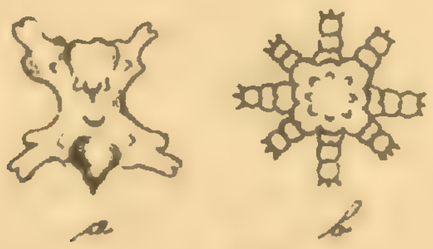
Fa. *a West,* Scottish Freshw. Plankton, Journ. Linn. Soc. Bot. XXXV, p. 548, t. 18, f. 5. - Wodznosee, Häufig. Planktonform. Länge 41 mikr, Breite mit Enddornen 65 mikr (Fig. 62). - Det. Dr. KAISER. - Für Deutschland neu.

31. St pinnatum Turn. Var *subpinnatum West,* Ceylon t. 21, f. 33 - Dem *St. Arachne Ralfs* sehr ähnlich, in Scheitelansicht wie dieses 5-armig, aber mit derberen Armen - Forst Mariensee.

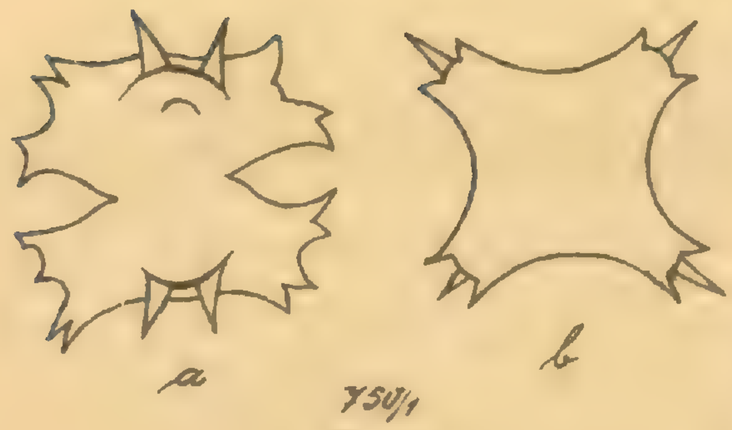
32. St. polymorphum Bréb.; Ralfs, Brit. Desm. t. 22 fig. 9. - Vier- und fünfarmig, auch dreiarmig alternierend. - Verbreitet.

Fa. Fig. 63 - Eine 4-armig alternierende Form, die "a fronte" ein ganz abweichendes Aussehen hat Länge und Breite 17 mikr, Isthm, 6 mikr - Seeresen

33. *St. punctulatum Bréb.*; West IV, t. 127, f. 8 - 11. - Seeresen.
Var. *Kjellmani Wille;* West, l.c. t. 127, f. 17 - 19.- Pfützen im leeren Radaunekanal.
Var. *muricatiforme Schmidle,* Alp. Alg. t. 16, f. 14 - 15. - Seeresen, Zigelnobruch.
34. *St. quadrangulare Bréb.*; Ralfs, Brit. Desm. t. 22, f. 7. - Rosenbruch, Seeresen.
Var. *alatum Wille,* Bidr. Sydamer. 1884, p. 21, t. 1, f. 41. (Syn. = *St. contectum* var. *inevolutum Turn.*) - Für Deutschland erst einmal durch SCHMIDLE (1894) aus Freiburg (Baden) nachgewiesen. Fig. 64. - Seeresen. - Grösse 22 : 29 mikr, Isthm. 10 mikr.


a b
750/1.
Fig. 63.

35. *St. Reinschii Roy;* West, Journ. Linn. Soc. Bot. XXXIV, t. 11, f. 16 - 20. - Randdornen sehr variabel. Mariensee, Scharshütte, Seeresen, Zigelnobruch.
36. *St. Sebaldi Reinsch,* var. *ornatum Nordst.* Fa. *Lütkem.;* Desm. Böhm. p. 499, f. 3. - Meisterswalde, Seeresen, Zigelnobruch.
Fa. Fig. 65. - Nach Dr. KAISER *St. Sebaldi Reinsch* Fa. *a,* nähert sich der var. *ornatum Nordst.* Länge mit Dornen 54 mikr, Breite 72 mikr, Isthm. 17 mikr. - Zigelnobruch.
Var. *multiornatum nov. var.*- Fig. 66. - Zellhälften mit 4 einwärts gekrümmten Armen, ankerförmig, zwischen den Armspitzen 33 und 50 mikr breit. Enddornen zweigabelig, Randdornen breit, mit flacher Einbuchtung, so dass sie zweizähnig erscheinen. Jeder Arm ist mit 2 Längsreihen von Dornen geschmückt, die in Form und Stellung den Randdornen entsprechen. Der vorgezogene Scheitel trägt einen Kranz ähnlicher Dornen. Scheitelansicht 4-armig mit lang vorgezogenen, schwach gekrümmten Armen und gleicher Membranstruktur, Mittelarme quadratisch, glatt. Jede Seite des Quadrates wird von 3 breiten, zweizähnigen Dornen gebildet.

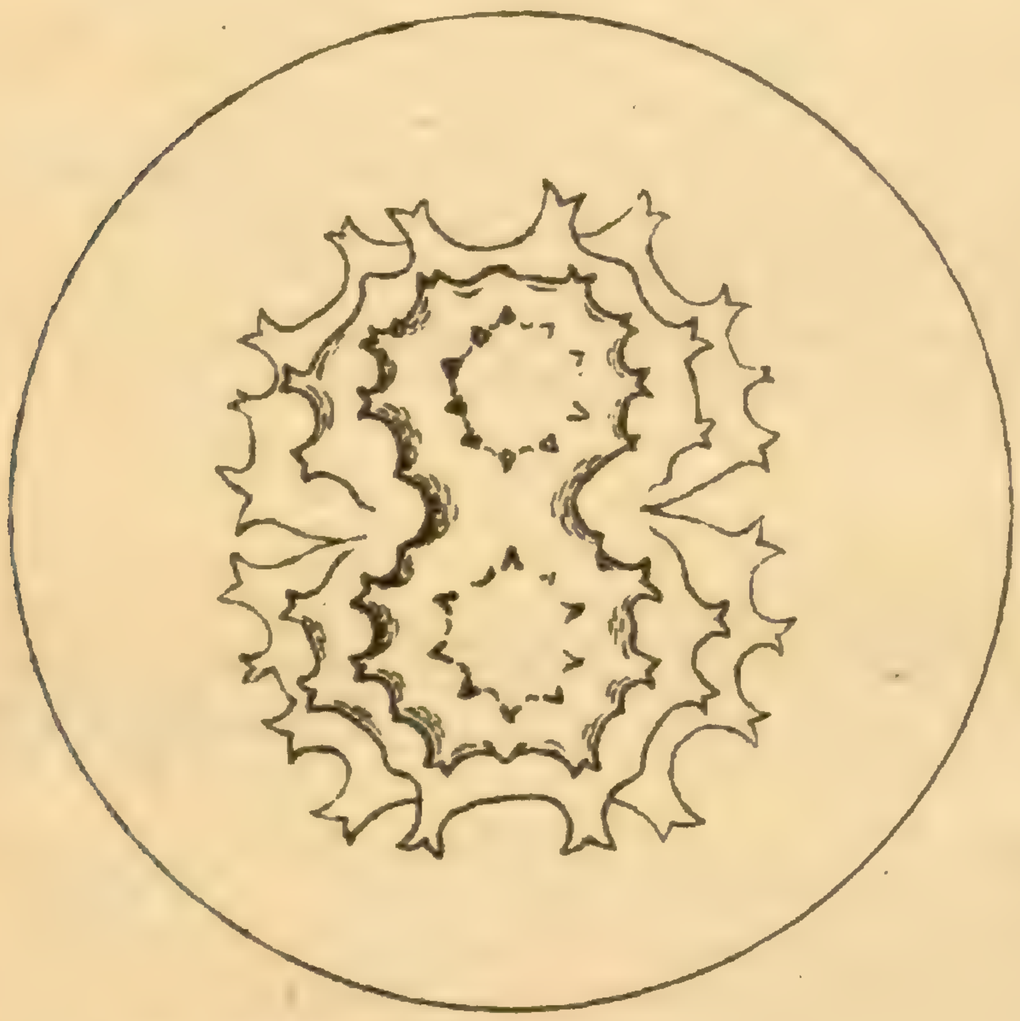

a b
750/1
Fig. 64

a
750/1.
Fig. 66.

a
b
750/1.
Fig. 65.

37. St. saxonicum Bulnh.; Borge, Süsswasseralg. aus Sao Paulo, t. 4, f. 24. - Seeresen.

38. St. spongiosum Bréb.; Ralfs, Brit. Desm. t. 23, f. 4. - Die farbigen Abbildungen bei **RALFS** und **MIGULA** lassen die Strukturverhältnisse der Membran absolut nicht erkennen; darum gebe ich eine eigene Figur (Fig. 67). Die hier beobachteten Exemplare kamen stets in kugeliger, scharf begrenzter Gallerthülle vor. Scheitenlansicht dreieckig. Länge mit Dornen 55 mikr, Breite 46 mikr, Isthm. 21 mikr. - Rosenbruch, sehr vereinzelt.



1000/1.
Fig. 67.

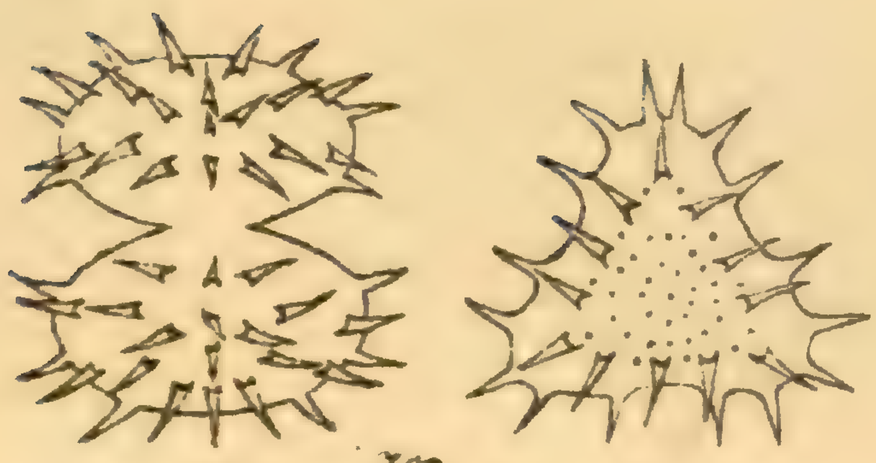
39. St. teliferum Ralfs, Brit. Desm. t. 22, f. 4. - Rosenbruch, Seeresen, häufig. Var. *ordinatum Börg.* F. alg. Östgrönl. 9. 27, t. 2, f. 23. - Für Deutschland neu (Fig. 68). - Länge 40 mikr, Breite 36 mikr mit Stacheln 50 : 46 mikr. - Hin und wieder neben der Stammform.

40. St. tetracerum Ralfs, Brit. Desm. t. 23, f. 7. - Mariensee, Seeresen.

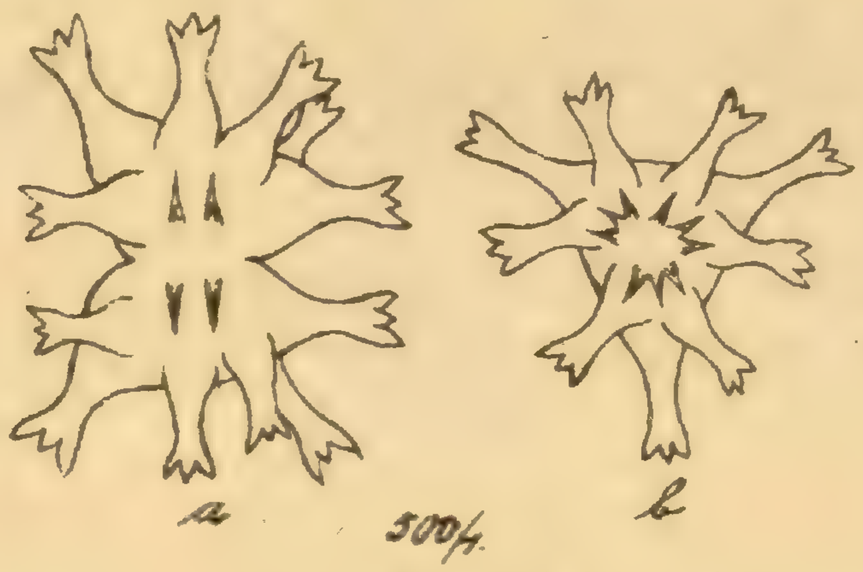
41. St. Tohopekaligense Wolle Var. *trifurcatum West,* Grönblad, Finnl. Desm. t. 2, f. 24 - 26. - Für Deutschland neu (Fig. 69). - Von *St. furcigerum,* das granulierte Fortsätze hat, durch glatte, hyaline Fortsätze verschieden. Länge mit Fortsätzen 60 - 70 mikr, Breite 50 - 56 mikr. Moorkessel Meisterswalde, Zigelnobruch.

42. St. tricorne Ralfs, Brit. Desm. t. 34, f. 8. - Seeresen.

43. St tumidum Bréb. Ralfs, l.c. t. 21, f. 6. (Syn. = *Pleurenterium tumidum (Bréb.) Lund*). - Zigelnobruch.



700/1.
Fig. 68.



a b
500/1.
Fig. 69.

44. St. vestitum Ralfs l.c. t. 23, f 1. - Verbreitet, häufig mit strahliger Gallerthülle.

Genus *Cosmocladium* Bréb.

1. C. saxonicum de Bary; Migula, Krypt. Fl. II, t. 24, C, f. 1 - 2. - Seeresen, häufig mit strahliger Gallerthülle.

Genus *Sphaerozosma* Corda.

1. Sph. excavatum Ralfs, Brit. Desm. t. 6, f. 2. - Buschkau-Johannistal, Meisterswalde.

Fa. Fig. 70. - Ausgezeichnet durch ungewöhnlich lange Vereinigungspapillen zwischen den Zellen. Mit strahliger Gallerthülle. 19 : 15 mikr. - Meisterswalde, Seeresen.

2. Sph. granulatum Roy et Biss.; Japan. Desm. t. 268, f. 17 (det. GRÖNBLAD). -

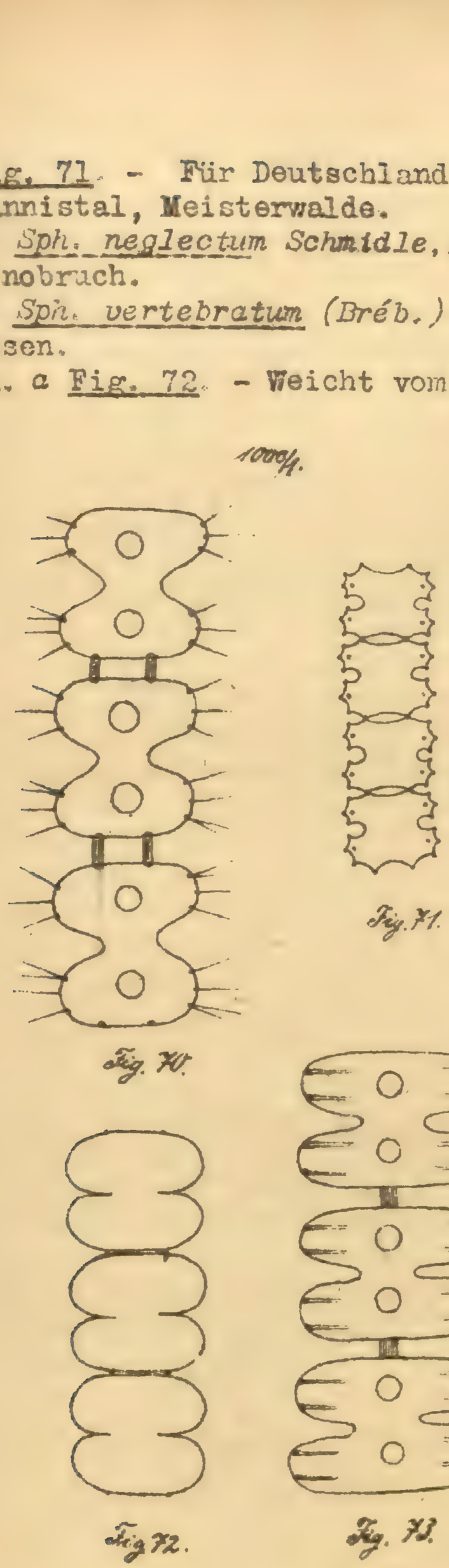
Fig. 71. - Für Deutschland neu - Länge 9 mikr, Breite 10 mikr. - Buschkau-Johannistal, Meisterwalde.

3. *Sph. neglectum Schmidle*, Alg. Oberrh. p. 546, t. 28, f. 13. - Seeresen, Zigelnobruch.

4. *Sph. vertebratum (Bréb.)* Ralfs, Brit. Desm. t. 6, f. 1. - Meisterwalde, Seeresen.

Fa. *a* Fig. 72. - Weicht vom Typus durch breitere elliptische Zellhälften ab. Zellen 14 mikr lang, 17 mikr breit. - Seeresen.

Fa. *b*. Fig. 73. - Zellen vom Aussehen der Stammform, Scheitel aber nicht gerundet, sondern flach, fast wagrecht. Klammern auffallend gross, scheinbar einfach. Gallertporen deutlich hervortretend. - Länge 16 mikr, Breite 23 mikr. - Zigelnobruch.



Genus *Spondylosium* Bréb.

1. *Sp. pulchellum Arch.* var. *bambusinoides (Wittr.) Lund*, Desm. Suec. p. 92. - Von Steinecke (Alg. Zehlaubr. p. 62, f. 19) als *Cosmarium Hammeri* var. *subangustatum Boldt* beschrieben. - Hela, Seeresen, Zigelnobruch.

2. *Sp. pulchrum Arch.*; Pritch. Inf. p. 724. - Schlawkau (det. GRÖNBLAD).

3. *Sp. secedens de Bary*; Migula, Krypt. Fl. II, t. 29 B, f. 3. - Seeresen.

Genus *Onychonema* Wallich.

1. *O. filiforme (Ehrb.) Roy et Biss.*; Migula, Krypt. Fl. II, t. 29 B (nicht C!), f. 5. - Seeresen.

Genus *Hyalotheca* Ktz.

1. *H. dissiliens (Sm.) Bréb.*; Ralfs, Brit Desm. t. 1, f. 1. - Schlawkau, Seeresen.
Var. *bidentula Nordst.*, Norg. Desm. t. 1, f. 22. - Berent, Seeresen.
Var. *tatrica Racib.*, Nonn. Desm. Polon. t. 14 f. 5. - Seeresen.

2. *H. mucosa (Mert.) Ehrb.*; Ralfs, Brit. Desm. t. 1, f. 2. - Seeresen.

Genus *Desmidium* Ag.

1. *D. aptogonum Bréb.*; Ralfs, Brit. Desm. t. 32, f. 1. (Syn. = *Aptogonum Desmidium (Ehrb.) Ralfs*). - Seeresen.

2. *D. cylindricum Grev.*; Ralfs, l.c. t. II, f. a - d (sub nom. = *Dicymoprium Grevillei Ktz.*). - Seeresen.

3. *D. Swartzii Ag.*; Ralfs, l.c. t. 4. fig. a - f. - Meisterswalde, Seeresen, Zigelnobruch.

Genus *Gymnozyga* Ehrb.

1. *G. moniliformis Ehrb.*; Ralfs, Brit. Desm. t. 3, f. a - m. (Syn. = *G. Brébissonii (Ktz.) Nordst.* = *Bambusina Brébissonii Ktz.*). - Verbreitet.

MONSTRÖSE, PARASITÄRE UND ZYGOTENBILDUNGEN.

Monströse Bildungen sind bei den Desmidiaceen nicht selten. Einzelne Spezies, wie *Closterium costatum, Pleurotaenium truncatum, Euastrum binale, Micrasterias Crux-melitensis, M. truncata, Cosmarium contractum, Co. granatum, Xanthidium antilopaeum, Arthrodesmus incus, Staurastrum polymorphum, St. Sebaldi* u. a. neigen sehr zu solchen Bildungen, und die Spezialliteratur ist an diesbezüglichen Hinweisen und Abbildungen nicht gerade arm. Auch hier sind im Laufe der Jahre verschiedene Monstrositäten beobachtet worden, von denen die ungewöhnlichsten hier Erwähnung finden sollen.

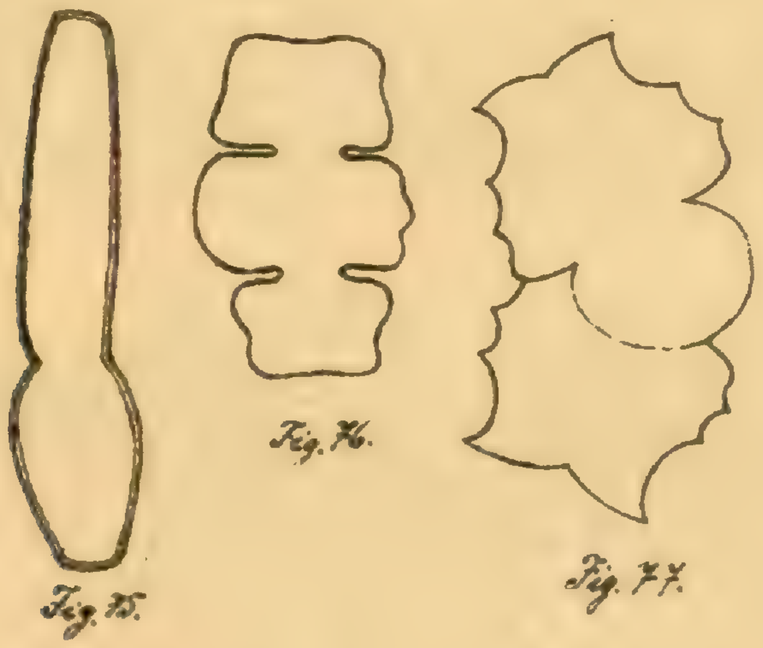


Fig. 75. Fig. 76. Fig. 77.

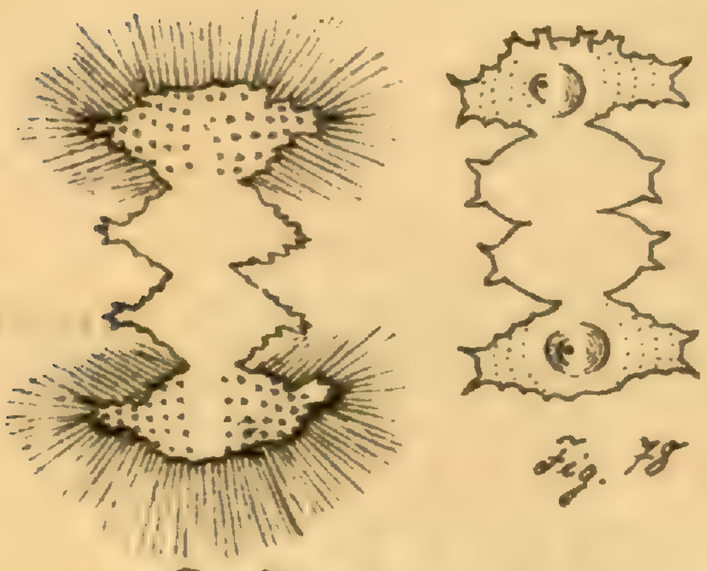


Fig. 78 Fig. 79.

Fig. 80.

Fig. 74 a. - 500/1. Eine Zwillingsbildung von *Tetmemorus Brébissonii (Menegh.) Ralfs:* An der Verwachsungsstelle ist die Membran strukturlos. Eine Membranverdickung in dem strukturlosen Raum kennzeichnet die Lage des Scheiteleinschnitts der zweiten Zelle.

Fig. 74 b. - Zeigt eine ähnliche Zwillingsbildung von *Closterium costatum Corda.* Die Form ist durch Zellteilung entstanden; denn die verwachsenen innern Zellhälften waren hell, die älteren äusseren kräftig gelbbraun gefärbt. Eigenartig ist auch die Struktur der Zellhaut. Die Rippen sind beiderseits von feinsten Punkten begleitet (cf. Fig. b').

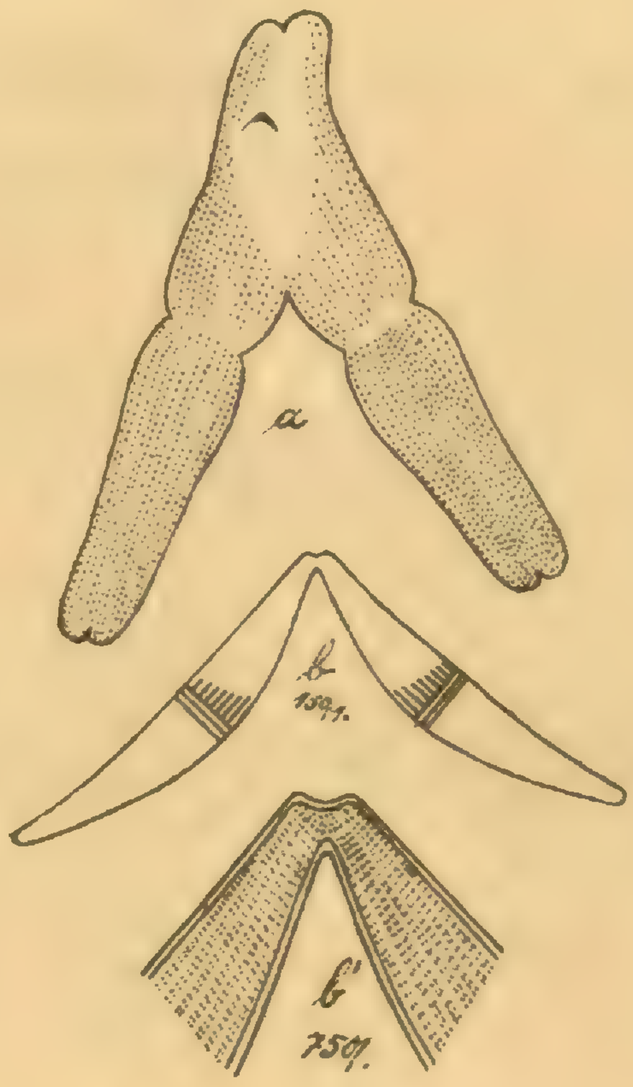


Fig. 74.

Fig. 75.- 250/1. - *Pleurotaenium truncatum (Bréb.) Naeg.* mit sehr ungleichen Zellhälften.

Fig. 76. - 500/1. - Ein in der Zellteilung steckengebliebenes *Cosmarium Hammeri.*

Fig. 77. - 1000/1.- *Euastrum binale* fa. *sexta Turn.*, in einem ähnlichen Zustand.

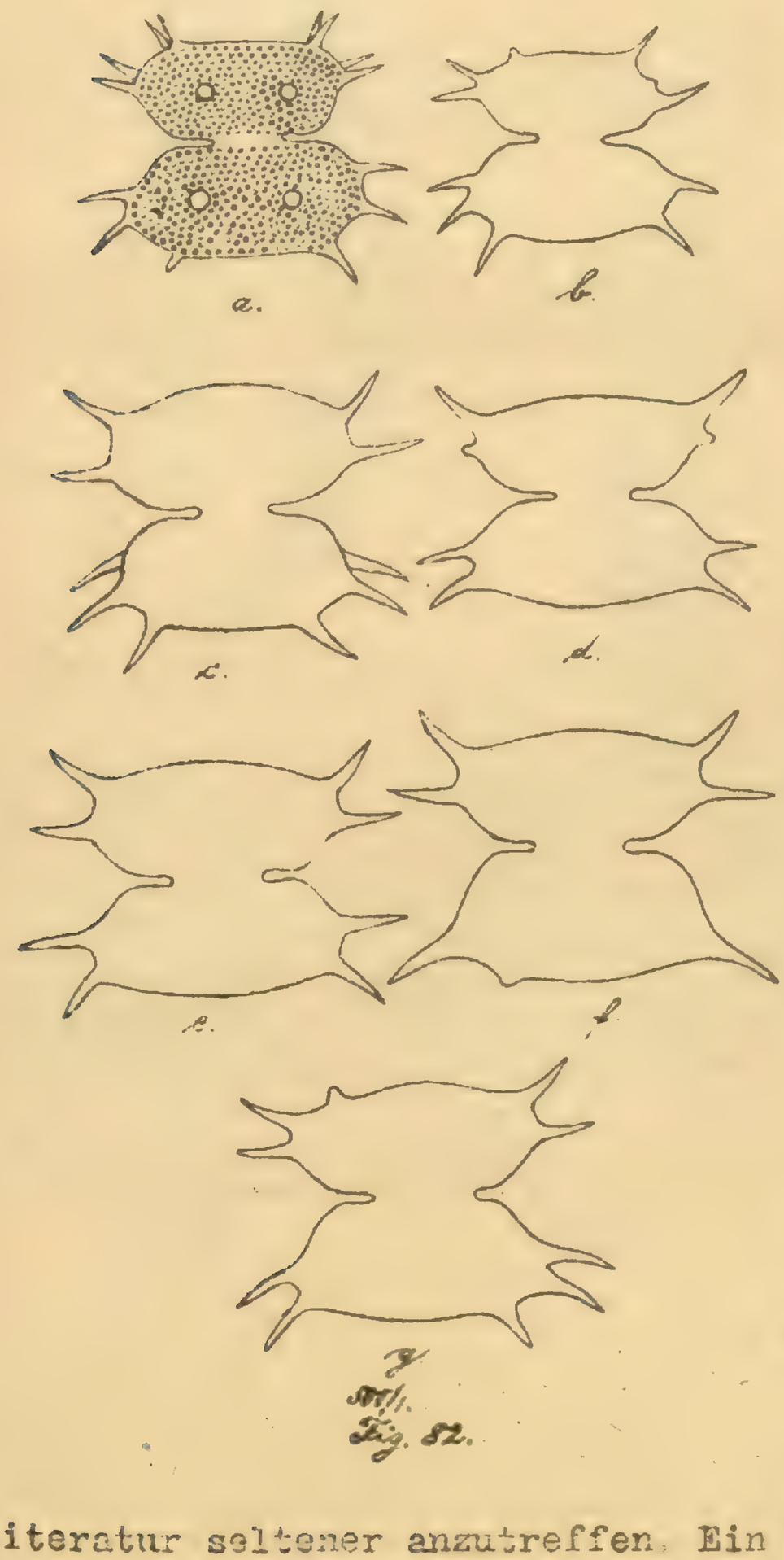
Fig. 78. - 500/1. - *Staurastrum arcuatum Nordst.* in Zellteilung. Die beiden jungen Zellhälften sind strukturlos. Die alten Zellhälften haben verschiedene Ausbildung, die obere ist normal, der unteren fehlen sämtliche Scheitelfortsätze.

Fig. 79 (500/1) und 80 (700/1) bringen *St. aculeatum* fa. (cf. Fig. 44, 45!) mit eigenartig ausgebildeter Gallerthülle. Das *St.* in Fig. 79 befindet sich im Teilungsstadium. Die strahlige Gallerthülle umgibt nur die alten Zellhälften. Sie besteht in der Regel aus einer äusseren strukturlosen Schleimschicht und einer stäbchenförmigen Innenschicht. Nach HAUPTFLEISCH und LÜTKEMÜLLER sind die Stäbchen Gallertprismen, deren jedes aus einem besonderen Porus kommt. In vielen Fällen, so auch hier, ist von der strukturlosen Schleimschicht nichts zu sehen; sie kann aber durch Färbung sichtbar gemacht werden. Auch wenn man versucht,

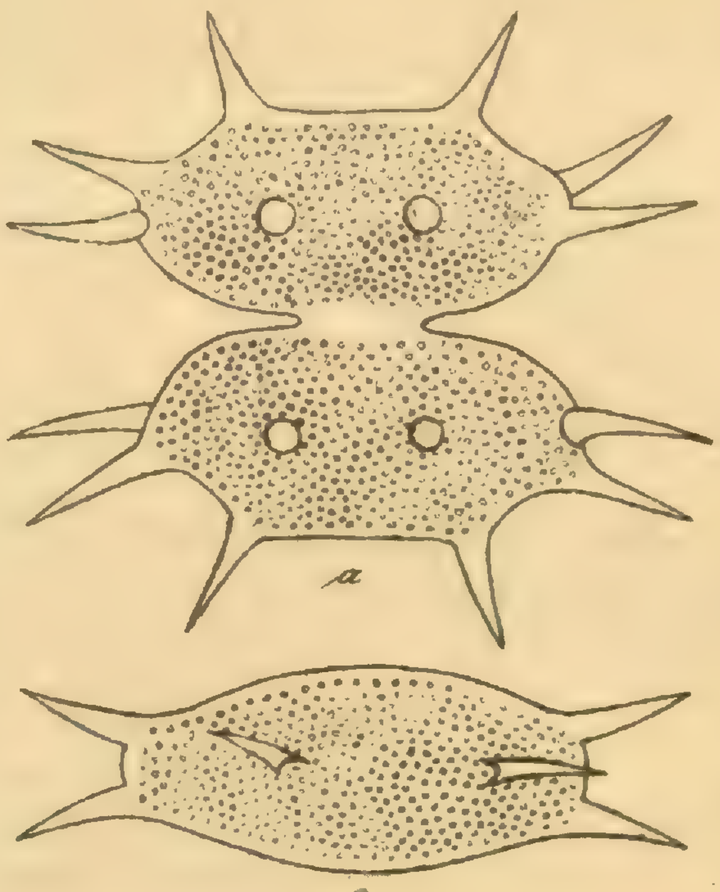
mittels einer Borste aus Glycerinmaterial herauszufischen, macht sich das Vorhandensein der Schleimhülle oft sehr unangenehm bemerkbar; das Objekt klebt dann am Glase immer wieder fest und lässt sich nur sehr schwer abheben. - Fig. 80 zeigt dasselbe *St.* bei stärkerer Vergrösserung in Scheitelansicht. Von den seitlichen Stachelfortsätzen gehen Strahlenbüschel von Gallertstäbchen aus, während von der äusseren Schleimhülle auch hier nichts zu sehen ist. Ich stelle übrigens diese Form nur mit einigem Bedenken zu *St. aculeatum* fa., weil die Ausbildung der Randdornen doch wesentlich anders ist als bei Fig. 44 b.

Fig. 81 zeigt *Xanthidium antilopaeum* var. *dimazum Nordst.* in normaler Ausbildung. Die Scheiteldornen treten allerdings auch oft paarweise auf, während hier jede Scheitelecke nur einen Dorn zeigt.

Fig. 82 a - g bringt eine ganze Formenreihe derselben Varietät. Wohl kaum eine zweite Desmidiacee neigt so zur Polymorphie wie diese. Besonders die apicalen Dornen sind nach Zahl u. Stellung sehr veränderlich Sie treten paarweise und einzeln auf, oder sie fehlen oft ganz oder teilweise. Aber auch die seitliche Bedornung ist variabel (Fig. 82 d, f, g). Auch die Struktur der Zellmembran kann sehr verschieden sein. Während die Pyrenoide immer in der 2-zahl vorkommen, ist die Membran entweder glatt, oder fein, oder grob punktiert Das Mittelfeld zeigt zuweilen eine Gruppe gröberer Punkte.



760/1.
Fig. 82.



760/1.
Fig. 81.

Mitteilungen über p a r a s i t ä r e B i l d u n g e n sind in der Desmidiaceenliteratur seltener anzutreffen. Ein Zufall veranlasste mich, diesen Erscheinungen mehr Aufmerksamkeit als bisher zu widmen. Im Mai 1921 wurde im Rosenbruch bei Kelpin, Kr. Karthaus eine üppige Desmidiaceen-Vegetation angetroffen. Etwa 3 Wochen später war davon nicht mehr viel übrig geblieben. Die Zahl der Individuen war auffallend verringert, und nicht selten fanden sich Zellen mit deutlichen Spuren parasitärer Einwirkung Diese Beobachtung reizte mich, mein gesamtes Desmidiaceen-Material daraufhin zu untersuchen. Das Ergebnis der Untersuchung ist in den nun folgenden Figuren festgelegt.

In der Hauptsache sind es zwei Algenpilze aus der Unterordnung der Chytridiaceen, *Ancylistes Closterii Pfitzer* und *Olpidium endogenum A. Braun*, die derartige Verwüstungen anrichten. Sie vermehren sich nach PFITZER (Algenparasit a.

der Ordnung der Phycomyceten, Monatsber Akad. Berlin 1872) sehr schnell, weil manche Closterien und *Micrasterias*-Arten sehr gesellig leben und so die Infektion erleichtern.

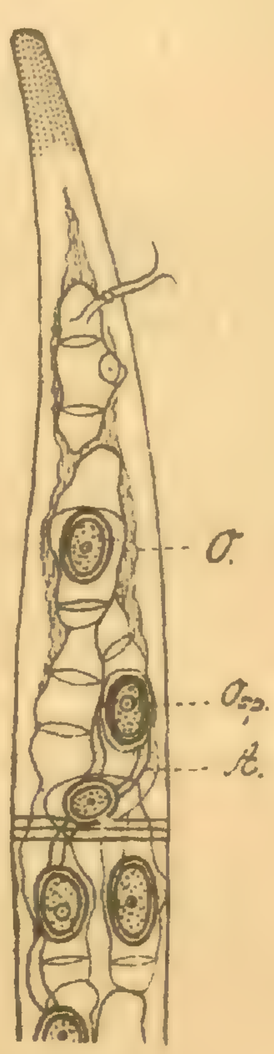
<u>Fig. 83</u> zeigt ein *Closterium Delpontii (Klebs) Wolle* mit *Ancylistes Closterii Pfitzer.* - Die Pilzkörper sind 8 - 12 mikr breit, unverzweigt und farblos und

a

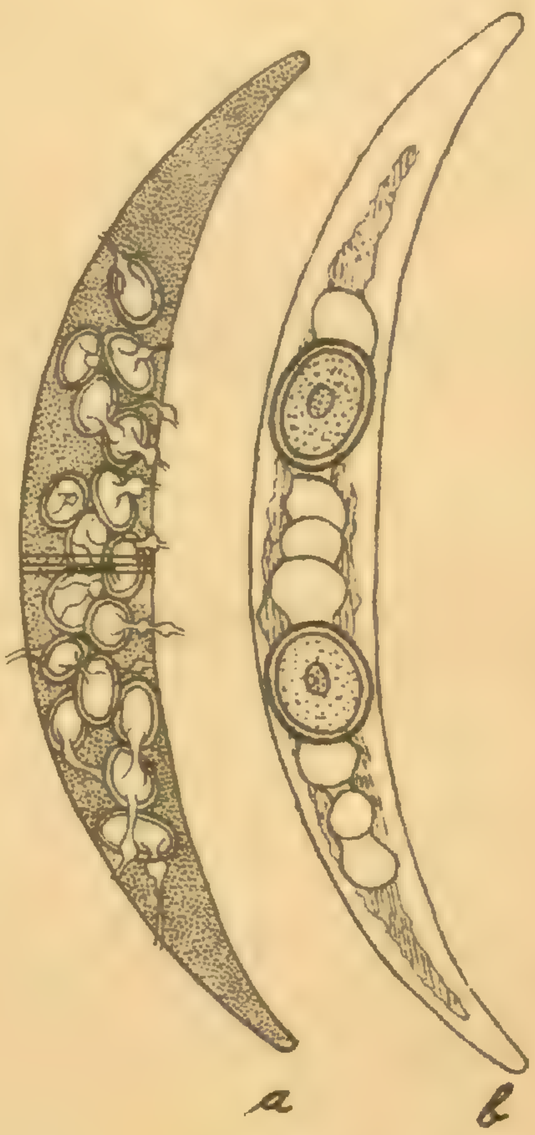
b

250/1.
Fig. 86.

250/1.
Fig. 83.



250/1.
Fig. 84.



a b

Fig. 85.

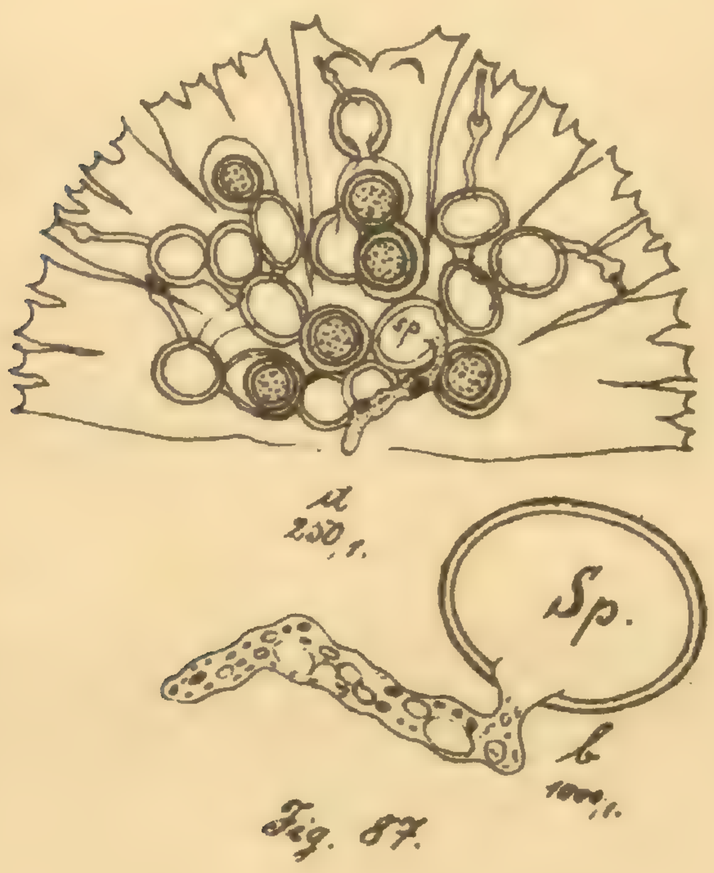
füllen die Zelle zunächst ihrer ganzen Länge nach aus. Später bilden sie Querwände aus und zerfallen in zylindrische oder tonnenförmige Glieder, die entweder richtige Sporangien oder nur vegetative Zellen sind. In Fig. 83 handelt es sich um vegetative Zellen. Sie keimen aus, indem ein Keimschlauch die Wirtszelle durchbricht und als Infektionsfaden in eine andere *Closterium*-Zelle eindringt. Die infizierenden Hyphen legen sich dabei stets in Form einer Schlinge um das *Closterium* , daher der Name *Ancylistes* = Schlinge.

In anderen Fällen (<u>Fig. 84</u>) entstehen beim Zerfall des Pilzkörpers nur Geschlechtsorgane, und zwar schmale fadenförmige Schläuche. Antheridien (A), die oft nur schwer sichtbar sind, und dickere weibliche Organe, Oogonien (O). Die Antheridien wachsen zu den benachbarten Oogonien und entleeren in dieses ihren Inhalt. Dann entstehen in den Oogonien kugelige oder ellipsoidische Oosporen (Osp.) mit zweischichtiger, dicker Membran, die mit einem Keimschlauch auskeimen.

<u>Fig 85.</u> *Closterium Diance* mit *Olpidium endogenum A. Braun*, a mit Zoosporangien, b. mit Dauersporen. Die eigentlichen Pilzkörper (85 a) sind hier einzellig, rundlich, mit erst zarter, dann deutlicher Membran, die sich später in ein rundliches Zoosporangium umwandelt. Die Zoosporangien treiben einen Keimschlauch mit Mündungswarze und zerfallen in einzellige Schwärmsporen. Die D a u e r s p o r e n (85 b) sind ähnlich, aber mit viel dickerer, doppeltwandiger Membran. - Das *Closterium* in Fig. 85 a ist übrigend fa. *perporosa*.

<u>Fig 86</u> - *Micrasterias truncata* mit *Olpidium endogenum A. Braun* Fig 86 a enthält 4 ausgekeimte Sporangien. Die Keimschläuche sind vor der Durchtrittstelle kugelig erweitert und verengern sich dann wieder - Fig 86 b zeigt *M. truncata* mit Dauersporen und in diesen einen grösseren Öltropfen.

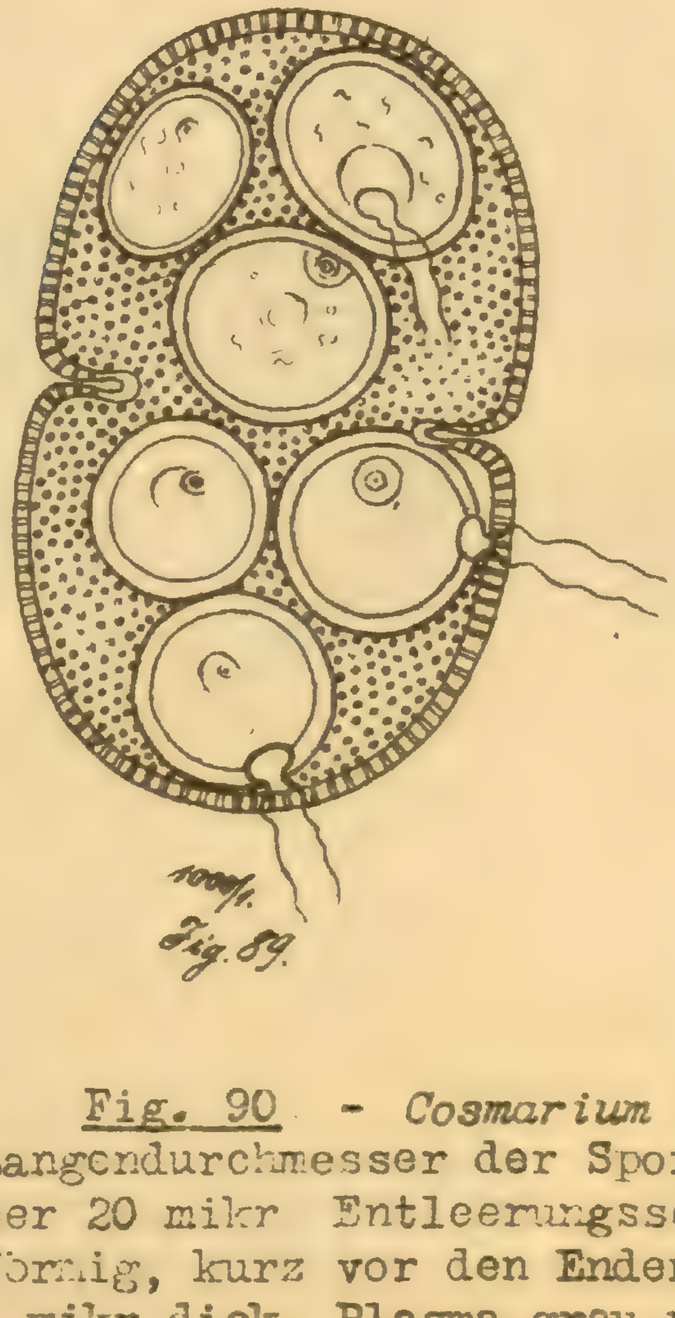
Fig. 87 zeigt die Ausbreitung desselben Parasiten in *Micrasterias rotata*. Die Wirtszellen enthalten zahlreiche entleerte Sporangien, daneben auch Dauersporen, die nach MIGULA einen Duchmesser von 15 mikr haben sollen, hier aber 17 - 18 mkr breit sind. Die Dauersporen haben eine doppelwandige, glatte Membran und abstehende weichere Zystenhülle Fig 87 a zeigt ein Sporangium (sp.) im Augenblick der Entleerung; Sp stellt dasselbe Sporangium bei stärkerer Vergrösserung dar. Der körnige, dunkelgraue Inhalt des Sporangiums hat sich eben in den Keimschlauch entleert.



a 250/1. b 1000/1.
Fig. 87.

Fig. 88. a. *Eusatrum crassum (Bréb.) Ktz.*, b. *Eu. anostum var. pyxidatum Delp.* , beide mit Dauersporen.

Fig. 89. - *Cosmarium Cucumis (Corda) Ralfs* mit entleerten Sporangien von *Olpidium* spec. - Sporangien und Entleerungsschläuche sind hier mehr kugelig; ihr Durchmesser beträgt 16 - 19 mikr, die doppeltwandige Membran ist 1,5 - 2 mikr dick. Die Keimschläuche sind derber, ihr unteres Ende ist sehr kurz. Auf die Austrittswarze folgt eine kurze, halsartige Einschnürung, die anscheinend immer da liegt, wo der Keimschlauch die Membran der Wirtszelle durchbricht. Daran schliesst sich eine kugelige Erweiterung und an diese das ausserhalb der Wirtszelle liegende Ende des 3 - 3,5 mikr breiten Keimschlauches. - Das hier abgebildete *Cosmarium* ist ausserdem noch ausgezeichnet durch eine sehr derbe Perforierung seiner dickwandigen Zellmembran. Die Poren erscheinen an den Rändern als feine Kanäle, von oben gesehen als feinwarzige Erhebungen mit einem dunklen Porus auf dem Scheitel.

a 500/1.

1000/1. Fig. 89.

450/1. Fig. 90.

b 750/1. Fig 88.

Fig. 90 - *Cosmarium ovale Ralfs* mit *Olpidium spec.* - Langendurchmesser der Sporangien 24 - 30 mikr, Querdurchmesser 20 mikr Entleerungsschläuche gleichmässig breit, wurstförmig, kurz vor den Enden hornig gekrümmt. Membran farblos, 1 mikr dick. Plasma grau und feinkörnig.

Fig. 91 - *Netrium digitus var. lamellosum (Bré.) Grönblad*, mit parasitischen Dauersporen, über deren Zugehörigkeit leider nichts festgestellt werden kornte Zygoten kugelig, dunkelbraun, dicht bestachalt, mit derber, doppeltwandiger Membran; Durchmesser 45 mikr, mit Stacheln 57 mikr. Chromatophor des *Netrium* durch die Zygoten zusammengedrückt, verschoben, aber noch lebhaft grün.

Noch seltener als die eben beschriebenen Parasiten sind nach meinen Erfahrungen K o p u l a t i o n s v o r g ä n g e und z y g o t e n b i l d u n g e n von Desmidiaceen zu beobachten. In annähernd 200 Aufsammlungen aus den Jahren 1916 - 1920, die sich auf fast alle Monate des Jahres verteilen, wurden nach meinen Aufzeichnungen nur in 4 Fällen Zygosporen von Desmidiaceen angetroffen. Die Monate Mai, Juni und Oktober scheinen für die Zygotenbildung in erster Linie in Betracht zu kommen. - Einen besonders günstigen Einfluss scheint das warme Frühjahr 1921 ausgeübt zu haben. Fast alle meine diesbezüglichen Beobachtungen entfallen auf den Monat Mai 1921. Die Funde verteilen sich dabei auf mehrere, räumlich ziemlich weit auseinanderliegende Örtlichkeiten, woraus folgt, dass in diesem Falle die Zygotenbildung durch besondere klimatische Verhältnisse begünstigt wurde. Die nun folgenden Figuren mögen meine Beobachtungen erläutern.

235/1.
Fig. 91.

Fig. 92. - *Closterium parvulum Naeg.* mit Zgospore. Durchmesser der Zygote 22 mikr. - 17. V. 21. Seeresen.

Fig. 93. - *Closterium Kützingii Bréb.* mit Zygospore. Zygote fast rechteckig, mit konkaven Seiten und gestutzten, eingebuchteten Ecken, Durchmesser 52 : 44 mikr. - 17. V. 21. Seeresen.

Fig. 94.- *Closterium rostratum Ehrb.* mit Zygospore. Diese ähnlich der vorigen, Ecken aber schräg gestutzt und n i c h t konkav. Bei RALFS, Brit. Desm. t. 30, f. 3 e sind die gestutzten Ecken schwach konkav, die kürzeren Seiten fast rechtwinkelig eingebuchtet, während hier diese Einbuchtung nur unmerklich ist. - Durchmesser 60 : 38 Mikr. - 17. V. 21. Rosenbruch.

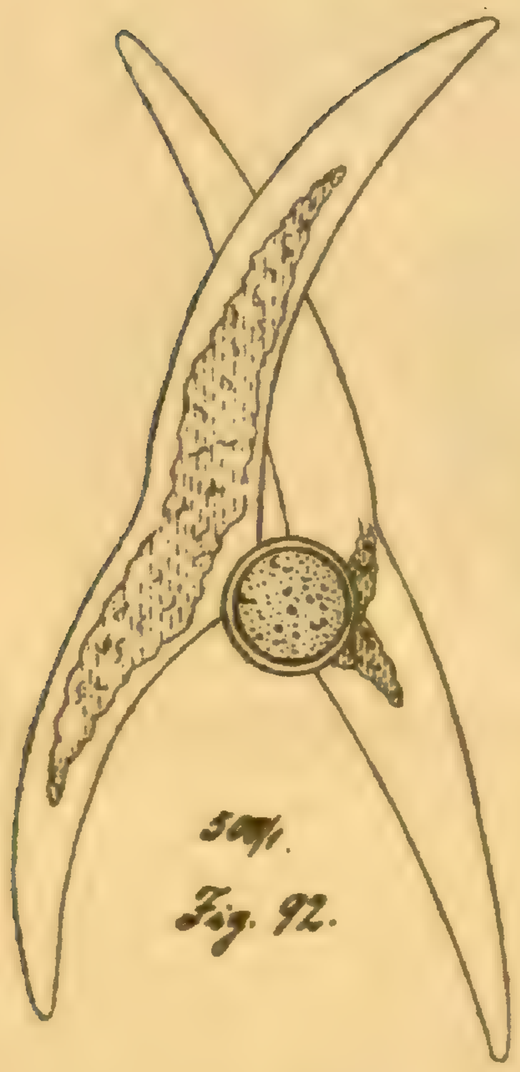
250/1.
Fig. 93.

Fig. 95. - Zygospore von *Euastrum elegans (Bréb.) Ktz.*, kugelig, mit einfachen, derben Stacheln. Durchmesser mit Stacheln 42 mikr (cf. WEST II, t. 38, f. 18!). - 17. V. 21. Sphagnetum bei Bahnhof Seeresen.

Fig. 96. - Zygospore von *Eustrum bidentatum Naeg.* - Zygospore kugelig, mit groben, halbkugeligen Warzen, von einer kugeligen, fest umgrenzten Gallerthülle umschlossen. Durchmesser der Zygote 46 mikr, der Gallerthülle 125 mikr. - 15. V. 21. Forst Mariensee.

500/1.
Fig 15.

Fig. 97. - Die hier abgebildete Zygospore ist leider unbestimmt weil die Konjugationszellen fehlten. Sie hat grosse Ähnlichkeit mit der von WEST, Mngr. II, t. 44, f. 7 abgebildeten Zygospore von *Micrasterias papillifera* , das in demselben Material auch vorkommt. Durchmesser mit Stachelfortsätzen 67 mikr. - 17. V. 21. Torfstich Feldmark Seeresen.

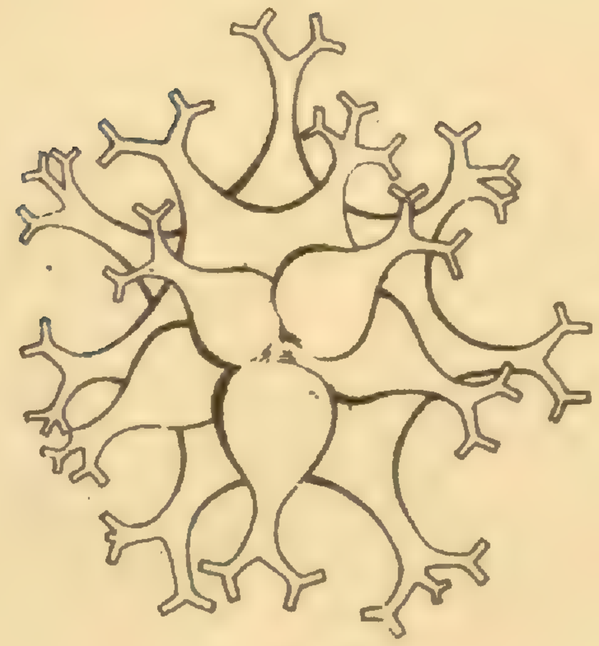


500/1.
Fig. 92.

250/1.
Fig. 94.

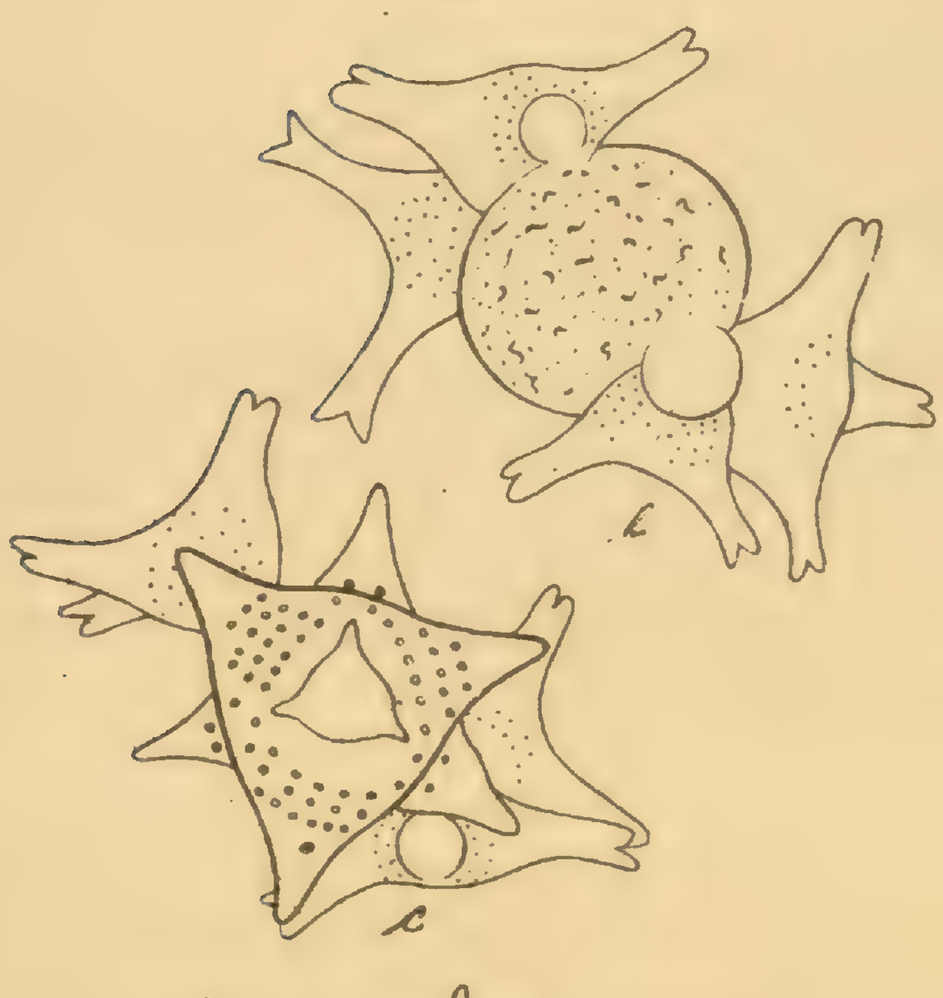
Fig. 98. - *Staurastrum brachiatum Ralfs,* mit Zygoten in verschiedenen Entwickelungsstadien. a) Vorderansicht einer normalen Zelle, 25 mikr lang, 47 mikr breit; b) Zygote im ersten Entwickelungsstadium, kugelig, glatt; c) dreiseitige Zygote mit breit pfriemenförmigen Stacheln und punktierter Membran; d) normale quadratische Zygote mit ähnlichen Stacheln und punktierter Membran. - 11. X. 21,

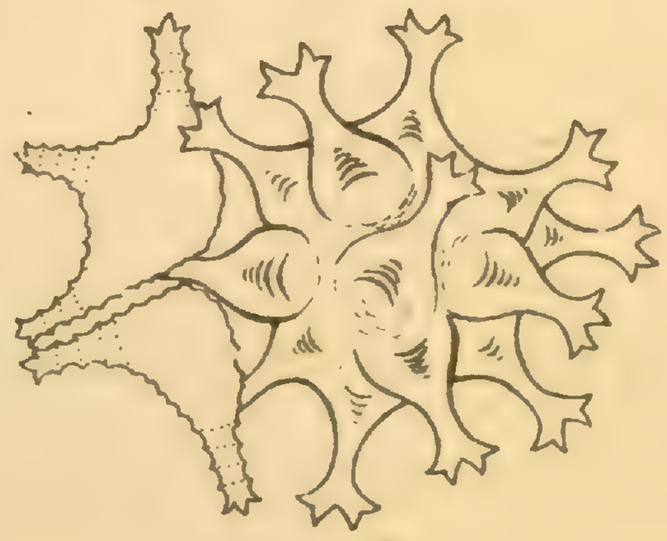
500/1.
Fig. 96.



750/1.
Fig. 97.

750/1.
Fig. 99.





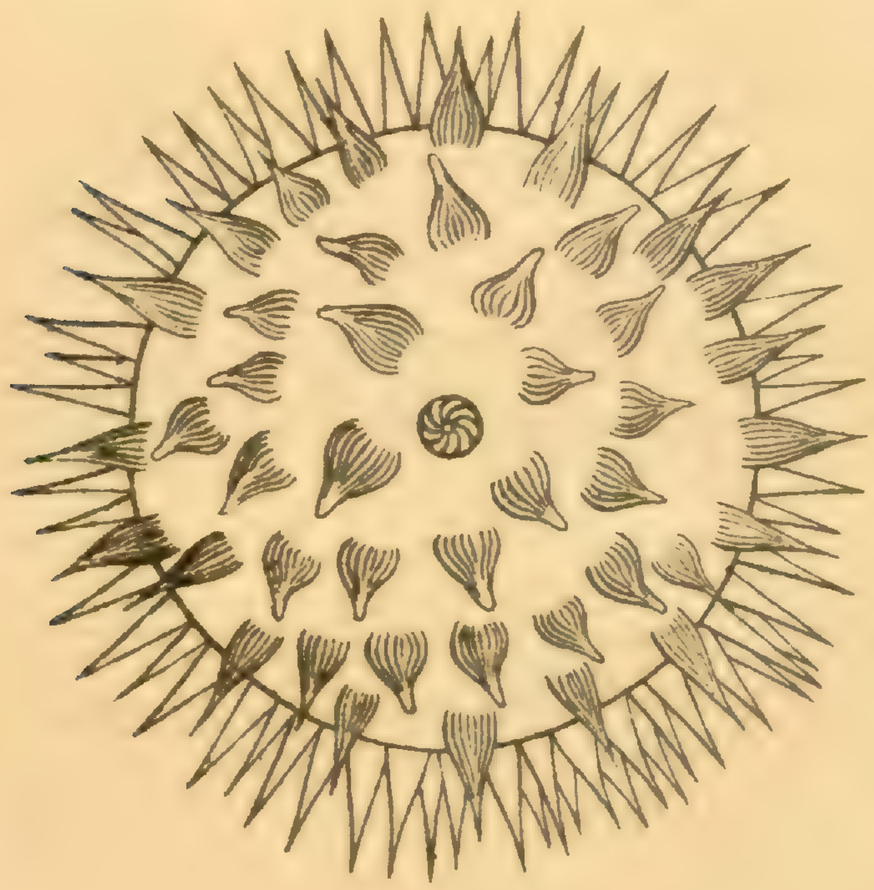
750/1.
Fig. 100.

800/1.
Fig. 98.

Zigelnobruch, häufig.

Fig. 99. - Wahrscheinlich Zygote von *Staurastrum controversum* fa. *Schmidle, Lütkem.*, (Lütkem. Desm. Millst. Sees 1900, t. 1, f. 49). - Stimmt mit der zitierten Figur gut überein, doch fehlen hier wieder die Kopulationszellen. - Durchmesser ohne Stacheln 19 mikr, mit Stacheln 25 mikr. - Juni 1912, Forst Mariensee (leg. LUCKS).

Fig. 100.- Zygoten von *Staurastrum paradoxum Meyen.* - Kugelig, mit breit flaschenförmigen, 2- oder 4-gabeligen Stacheln. Durchmesser mit Stachelfortsätzen 53 mikr. - Nach einer Mitteilung von Herrn Dr. KAISER bisher unbekannt. - 17. V. 21. Torfstich, Feldmark Seeresen.



750/1.

Fig. 101.

Fig. 101.- Unbekannt. Diese Zygote weicht in ihrem Aussehen so sehr von allen bisher bekannten Desmidiaceen-Zygoten ab, dass ihre Zugehörigkeit zu den Desmidiaceen fraglich erscheint. Leider fehlen auch hier die Kopulationszellen. - Die spitz pfriemenförmigen Stacheln sind gerippt und die Rippen schwach spiralig gedreht. Durchmesser ohne Stacheln = 64 mikr, mit Stacheln = 90 mikr. - Die schöne Form dürfte sich wohl als Muster für kunstgewerbliche Zwecke eignen. - 17. V. 21. Torfstich Seeresen.

DIE DANZIGER DESMIDIACEENFLORA IM VERGLEICH MIT DER ANDERER GEBIETE.

Über die geographische Verbreitung der Desmidiaceen unterrichtet am besten NORDSTEDT, Index *Desmidiacearum.* Da diese umfassende Arbeit aber in erster Linie anderen Zwecken dient, ist sie für pflanzengeographische Studien wenig übersichtlich. WEST's Monographie bringt zu jeder Spezies auch Angaben über ihre geographische Verbreitung. Diese Angaben sind gleichfalls wenig übersichtlich. In ähnlicher Weise belehrt MIGULA (Krypt. Fl. II) über das Vorkommen der dort beschriebenen Desmidiaceen in Deutschland.

Im folgenden soll daher der Versuch gemacht werden, in einer übersichtlichen Tabelle die Danziger Desmidiaceenflora mit der anderer Gebiete zu vergleichen. Die Tabelle enthält ein Verzeichnis aller hier beobachteter Desmidiaceen und hinter jeder Form Angaben über ihr Vorkommen in anderen Gebieten. Dabei wurden folgende Arbeiten berücksichtigt:

a. Auf Norddeutschland bezügliche.

1. KLEBS, G., Über die Formen einiger Gattungen der Desmidiaceen Ostpreussens in Schriften d. Physik. ökon. Ges. Königsberg 1879. - (Ostpreussen, KLEBS.)
2. STEINECKE, F., Die Algen des Zehlaubruches in systematischer und biologischer Hinsicht, ebenda 1916. - (Zehlau, STEINECKE.)
3. v. ALTEN, H., Beiträge zur Kenntnis der Algenflora der Moore der Provinz Hannover. 1. u. 2. Jahresb. Niedersächs. bot. Ver. 1910. - (Hannover, v. ALTEN.)
4. HEERING, W. und HOMFELD, H., Algen des Eppendorfer Moors bei Hamburg.- Verh. Naturw. Ver. Hamburg 1904, 3. Folge, XII, p. 77 - 97. (Eppendorf, HEERING und HOMFELD.)

b. Auf mitteleuropäisches Gebirgsland und die Alpen bezügliche Arbeiten.

5. LÜTKEMÜLLER, Desmidiaceen aus der Umgebung des Attersees in Oberösterreich. - Verh. K. K. zool. bot. Gesellsch. Wien, XLII, 1892. (Attersee, LÜTKEMÜLLER.)
6. LÜTKEMÜLLER, Zur Kenntnis der Desmidiaceen Böhmens, Ebenda 1910. - (Böhmen, LÜTKEMÜLLER.)
7. SCHMIDLE, W. Beiträge zur Algenflora des Schwarzwaldes und der Rheinebene. 1893. Ber. Naturf. Ges. Freiburg VII, Heft 1. - (Schwarzwald, SCHMIDLE.)
8. SCHMIDLE, W., Beiträge zur alpinen Algenflora. Österr. bot. Zeitschr. VL (1895). -(Alpin. Alg., SCHMIDLE.)
9. SCHLENKER, G., Geologisch-biolog. Untersuchungen von Torfmooren. Das Schwenninger Zwischenmoor und zwei Schwarzwald-Hochmoore. Mitt. Geol. Abt. Württemb. statist Landesamts nr. 5, 1908. - (Schwenninger Moor, SCHLENKER.)

10 HEIMERL, A., Desmidiaceae alpinae. Beitr. z. Kenntn. des Grenzgebietes von Salzburg u. Steiermark, in Verh. K.K. Zool.-Bot. Ges. Wien 1891 - (Salzburg, HEIMERL.)
11. LÜTKEMÜLLER, Desmidiaceen aus der Umgebung des Millstättersees in Kärnten Ebenda, Band L, 1910 - (Millstättersee, LÜTKEMÜLLER.)
12 KAISER, P , Beiträge zur Kenntnis der Algenflora von Traunstein u. dem Chiemgau. Kryptogam. Forschungen nr 3, München 1918. - (Traunstein, KAISER)
13 KAISER, P., Desmidiaceen des Berchtesgadener Landes, ebenda nr 4, 1919. - (Berchtesgaden, KAISER.).
14 DICK, J., Beiträge zur Kenntnis der Desmidiaceen-Flora von Südbayern. - Krypt Forsch. nr. 4, München 1919 - (Südbayern, DICK.)
15 HUSTED, Desmidiaceae und Bacillariaceae aus Tirol, 1. Folge, Desmidiaceae.- Archiv f. Hydrobiol. u. Planktonk. VI, Heft 3, Stuttgart 1911. (Tirol, HUSTED.)
16. MÜHLETHALER, F., Die Desmidiaceenflora des Burgäschinmooses, Mitt. Naturf. Gesellsch. Bern 1910. - (Schweiz, MÜHLETHALER.)

c. Auf nordische Gebiete bezügliche Arbeiten.

17. WEST, W., 1912 Freshwater Algae. Clare Island Survey (Proc. Roy Irish Ac. XXXI, part 16). - (Clare Island, WEST.)
18. BOERGESEN, F., Et lille Bidrag til Bornholms Desmidie-Flora in Bot. Tijdkr. XVII, 1889. - (Bornholm, BOERGESEN.)
19. NORDSTEDT, Desmidier fran Bornholm, in Vidensk. Meddel Kjöbenh. 1888. (Bornholm, NORDSTEDT.)
20. BORGE, O., Beiträge zur Algenflora v. Schweden in Ark. Bot. VI, nr. 1. 1921- (Schweden, BORGE.)
21. BORGE, O., Die Algenflora des Takernsees. K. Svensk. Vet. Akad. Stockh. 1921. (Takernsee, BORGE.)
22. BORGE, O., Die Algenflora um den Torne Träsksee in Schwed. Lappland, Bot. Notiser 1913. - (Schwed. Lappland, BORGE.)
23. GRÖNBLAD, R., Finnländiche Desmidiaceen aus Keuru, in Act. Soc. Faun. et Fl. Fenn. XXXXVII (1920). - (Keuru-Finnl., GRÖNBLAD.)
24. GRÖNBLAD, R., New Desmids from Finland and Northern Russia, Ebenda IL, Helsingfors 1921. (Finland, GRÖNBLAD.)
25. BORGE, O., Die Süsswasseralgenflora Spitzbergens, Vidensk. Skrifter I nr. 11, Kristiania 1911. - (Spitzbergen, BORGE.)
26. BOLDT, R., Bidrag till Kännedomen om Sibiriens Chlorophyceer, in Öfers. Vet. Akad. Förh. 1885. - (Sibirien, BOLDT.)

d. Auf Amerika bezügliche Schriften.

27. NORDSTEDT, Nonnullae algae aqu. dulc. brasilienses, Öfvers. K. Vet. Akad. Förh. 1877. - (Brasilien, NORDSTEDT.)
28. LAGERHEIM, G., Bidrag till Amerikas Desmidie-Flora, Ebenda 1885. - (Amerika, LAGERHEIM.)
29. BORGE, O., Die Algen der I. Regnell'schen Expedition, II. Desmidiaceen. Ark. f. Bot I, Stockholm 1903. - (Regnell, BORGE.)
30. BORGE, O., Die von Dr. A. LÖFGREN in Sao Paulo gesammelten Süsswasseralgen. Ebenda, XV (1918). - (Sao Paulo, BORGE.)

Die in dem vorstehenden Literaturverzeichnis unterstrichenen Stichwörter werden auch in den folgenden Tabellen verwendet. Ein + in der Tabelle bedeutet das Vorkommen der gleichen Spezies bezw. Varietät, ein o das einer nahe verwandten Form - Die Autornamen sind fortgelassen, um die Tabelle nicht unnütz zu überlasten.

Desmidiaceen aus

dem Gebiete Danzigs.

	Norddeutschland					Gebirge				
	Ostpreussen	Klebs	Zehlau	Steinecke	Hannover	v. Alten	Heering & Homfeld	Eppendorf	Attersee	Lüttkemüller	Böhmen	Lüttkemüller	Schmidle	Schwarzwald	Schmidle	Alpine Algen	Schmidle	Schwenkenbecher Moor	Schenker	Salzburg	Heimerl
1. *Gonatozygon Brébissonii*	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2. *G. monotaenium var. brevior*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3. *Spirotaenia condensata*	–	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
4. *Cylindrocystis Brébissonii*	+	+	–	+	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+
5. *Cylindrocystis crassa*	–	+	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6. *Mesotaenium macrococcum v. micrococc.*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7. *Netrium digitus*	–	+	–	+	–	–	+	+	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–	+	–	+
8. " " *var. lamellosum*	–	+	+	+	–	–	+	+	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–	+	–	+
9. " *interruptum*	+	=	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–	+	–	–
10. " *Nägelii*	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
11. " *oblongum*	–	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+
12. *Penium cylindrus*	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
13. " " *var. silesiacum*	–	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	+	–	+	+	–	–	–	–	–
14. " *Jenneri*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15. " *margaritaceum*	+	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
16. " " *var. punctatum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
17. " *phymatosporum*	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18. " *spirostriolatum*	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
19. *Closterium acerosum*	+	–	–	+	–	–	–	+	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–	+	–	–
20. " " *var. elongatum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–	+	–	–
21. " " " *minus*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
22. " " " *subangustatum*	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
23. " *acutum*	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
24. " " *var. Linea*	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
25. " *angustatum*	–	–	–	+	–	–	+	+	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–	+	–	+
26. " " *fa. Börgesenii*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
27, " *Archerianum*	+	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
28, " " *var. compressum*	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
29. " *attenuatum*	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
30. " *Baylianum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
31. " *Braunii*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
32. " *Cornu*	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
33. " *costatum*	+	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
34. " " *fa. Klebsii*	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
35. " " *var. Westii*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
36. " *Cynthia*	+	–	–	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
37. " *Delpontii*	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
38. " *Dianae*	+	–	–	+	+	–	+	–	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–	+	–	+
39. " *didymotocum*	+	–	–	+	+	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
40. " *Ehrenbergii*	+	–	–	+	+	–	+	–	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–	+	–	–
41. " *gracile*	–	–	–	+	+	–	+	–	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–	+	–	+
42. " " *var. tenue*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
43. " " " *elongatum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Nr.	Gebirge						Nordische Gebiete										Amerika			
	Millstättersee Lütkemüller	Traunstein Kaiser	Berchtesgaden Kaiser	Sübayern Dick	Tirol Hustedt	Schweiz Mühlethaler	Clare Island West	Bornholm Boergesen	Bornholm Nordstedt	Schweden Borge	Takernsee Borge	Schwed. Lappland Borge	Keuru-Finnl Grönblad	Finland Grönblad	Spitzbergen Borge	Sibirien Boldt	Brasilien Nordstedt	Amerika Lagerheim	Regnell Borge	Sao Paulo Borge
1.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
2.	-	-	-	-	o	-	-	-	-	o	o	+	o	-	-	-	-	-	+	o
3.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-
4.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+
5.	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+
8.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+
9.	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
10.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+
11.	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+
12.	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+
13.	-	-	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14.	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
15.	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-
16.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
17.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18.	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
19.	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+
20.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
24.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25.	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-
26.	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
27.	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+
28.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29.	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	o
30.	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
31.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
32.	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
33.	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+
34.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
35.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
36.	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+
37.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
38.	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-
39.	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
40.	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-
41	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Desmidiaceen aus dem Gebiete Danzigs.	Norddeutschland				Gebirge					
	Ostpreussen Klebs	Zehlau Steinecke	Hannover v. Alten	Eppendorf Heering & Homfeld	Attersee Lütkemüller	Böhmen Lütkemüller	Schwarzwald Schmidle	Alpine Al gen Schmidle	Schwenninger Moor Schlenker	Salzburg Heimerl
44. *Closterium idiosporum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
45. " *incurvum*	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
46. " *intermedium*	+	–	+	+	–	–	+	–	–	–
47. " " *var. sculptum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
48. " *Jenneri*	+	+	–	+	–	–	+	–	+	+
49. " *juncidum*	+	–	–	–	o	–	–	–	–	o
50. " " *var. brevior*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
51. " *Kützingii*	–	–	–	+	–	–	–	–	+	–
52. " *Leibleinii*	+	+	+	+	–	–	+	–	+	–
53. " " *fa. Börgesenii* ...	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
54. " *libellula*	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–
55. " " *var. intermedium* ..	+	–	–	–	–	–	–	–	–	+
56. " " " *interrupta* ...	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
57. " *lineatum*	+	+	+	+	+	–	+	–	–	–
58. " *Lunula*	+	–	+	+	+	–	+	o	+	+
59. " " *var. coloratum*	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
60. " " " *submoniliferum* ..	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
61. " *macilentum*	–	–	+	–	–	–	+	–	+	–
62. " *Malinvernianum*	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
63. " *moniliferum*	+	+	–	+	+	–	+	–	–	–
64. " " *var. concavum*	+	+	–	+	–	–	+	–	+	–
65. " *Navicula*	–	–	–	+	+	–	+	–	+	o
66. " " *fa. Willei*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
67. " *nematodes var. proboscid.* .	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
68. " *parvulum*	–	+	–	–	+	–	–	–	+	+
69. " *praelongum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
70. " *Pritchardianum*	–	–	+	–	+	–	–	o	–	–
71. " *pronum*	+	+	+	–	–	+	+	–	–	–
72. " *Ralfsii*	+	–	–	+	–	–	+	–	–	–
73. " *rostratum*	–	+	–	+	+	–	+	–	+	–
74. " *setaceum*	–	–	+	+	–	–	–	–	+	–
75. " *spetsbergense fa. major* ..	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
76. " *strigosum*	+	–	–	–	+	–	–	+	–	–
77. " *striolatum*	+	+	+	+	+	–	+	–	+	+
78. " " *var. erectum*	+	+	+	–	–	–	+	–	–	–
79. " *tumidum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
80. " *turgidum var. Gröbladii* ..	o	–	–	o	–	–	–	–	–	–
81. " *Ulna*	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
82. " *Venus*	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
83. *Pleurotaenium coronatum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
84. " " *var. nodulosum* ..	–	–	–	+	–	–	+	–	+	–
85. " *Ehrenbergii*	–	–	–	–	–	–	+	–	+	–

Nr.		
41. 45. 46. 47. 42 49. 50 51. 52. 53 54. 55 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85.		
+	Millstättersee Lütkemüller	Gebirge
	Traunstein Kaiser	
+	Berchtesgaden Kaiser	
+	Südbayern Dick	
+ + +	Tirol Hustedt	
+	Schweiz Mühlethaler	
+	Clare Island West	Nordische Gebiete
	Bornholm Boergesen	
	Bornholm Nordstedt	
+ + +	Schweden Borge	
+	Takernsee Borge	
	Schwed. Lappland Borge	
+	Keuru-Finnl Grönblad	
	Finland Grönblad	
	Spitzbergen Borge	
+	Sibirien Boldt	
	Brasilien Nordstedt	Amerika
	Amerika Lagerheim	
+	Regnell Borge	
	Sao Paulo Borge	

Desmidiaceen aus

dem Gebiete Danzigs.

	Norddeutschland				Gebirge					
	Ostpreussen Klebs	Zehlau Steinecke	Hannover v. Alten	Eppendorf Heering & Homfeld	Attersee Lütkemüller	Böhmen Lütkemüller	Schwarzwald Schmidle	Alpine Al gen Schmidle	Schwenninger Moor Schlenker	Salzburg Heimerl
86. *Pleurotaenium Ehrenbergii v. gran.*	–	–	–	+	–	–	–	–	+	–
87. " " *var. undulat...*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
88. " *maximum*	–	–	+	–	+	–	–	–	–	–
89. " *nodosum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
90. " *trabecula*	–	–	+	+	+	+	–	–	+	+
91. " " *var. rectum*	–	–	+	+	+	–	–	–	–	–
92. " " *fa. clavata*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
93. " " " *tenuis*	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
94. " *truncatum*	–	+	–	+	+	–	+	–	–	–
95. " " *fa. curta*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
96. *Tetmemorus Brébissonii*	–	+	+	+	+	–	+	+	+	+
97. " " *var. minor*	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
98. " *granulatus*	+	–	+	+	+	–	+	o	+	+
99. " " *fa. basichondra* .	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
100. " *laevis*	–	–	+	+	+	–	+	–	+	+
101. *Euastrum affine*	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
102. " *ampullaceum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
103. " *ansatum*	–	–	–	+	+	–	+	o	+	+
104. " " *var. emarginatum* ..	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
105. " " " *pyxidatum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
106. " *binale*	–	+	–	+	+	–	+	–	+	+
107. " " *fa. minor*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
108. " " " *secta*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
109. " " " *Gutwinskii*	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
110. " " " *hians*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
111. " *bidentatum*	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
112. " *crassum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
113. " *didelta*	–	–	–	+	–	–	+	o	+	+
114. " *divaricatum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
115. " *dubium v. pseudocambr.* ..	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
116. " *elegans*	–	–	+	+	+	+	+	o	+	+
117. " *gemmatum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
118. " *humerosum*	–	–	+	+	+	–	+	–	–	–
119. " *inerme*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
120. " *insigne*	–	–	–	–	–	+	+	–	–	+
121. " *insulare*	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
122. " *oblongum*	–	–	+	+	o	–	+	–	+	+
123. " " *fa. elongatum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
124. " *pectinatum*	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–
125. " *pinnatum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
126. " *pulchellum fa.*	–	–	–	–	–	o	–	–	–	–
127. " *rostratum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
128. " *sinuosum*	–	–	–	+	o	–	–	–	–	–

Nr.		86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128	
Gebirge	Millstättersee Lütkemüller	+ | | | | | | + | | | + | o | + | | | + | | | | | |

Desmidiaceen aus

dem Gebiete Danzigs.

	Norddeutschland				Gebirge					
	Ostpreussen Klebs	Zehlau Steinecke	Hannover v. Alten	Eppendorf Heering & Homfeld	Attersee Lütkemüller	Böhmen Lütkemüller	Schwarzwald Schmidle	Alpine Al gen Schmidle	Schwenninger Moor Schlenker	Salzburg Heimerl
129. *Euastrum verrucosum*	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+
130. " " *var. reductum*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
131. " " " *rhomboideum* ..	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
132. *Micrasterias americana*	-	-	+	+	-	-	-	o	-	-
133. " *apiculata*	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+
134. " " *var. fimbriata*	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
135. " " " *sparsiaculeata.*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
136. " *Crux-melitensis*	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+
137. " *denticulata*	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+
138. " " *var. angulosa*	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
139. " *Mahbuleshwar. v. Wallich.*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140. " *papillifera*	-	-	-	-	+	-	-	o	-	+
141. " *pinnatifida*	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
142. " *radiata*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
143. " *rotata*	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+
144. " *Thomasiana*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
145. " *truncata*	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+
146. " " *var. Bahusiensis* ...	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
147. " " " *quadr.-cuspid.*..	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
148. *Cosmarium abbreviatum*	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
149. " *amoenum*	-	-	-	-	+	+	-	-	-	o
150. " *angulosum*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
151. " *asphaerosp. v. strigos.* .	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
152. " *bioculatum*	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+
153. " " *var. hians*	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
154. " " *fa. depressum*	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
155. " *biretum*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
156. " *Blyttii*	-	-	-	-	o	+	-	-	-	-
157. " *Boeckii*	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
158. " *Brébissonii*	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
159. " *Broomei*	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
160. " *Clepsydra var. truncata* .	-	-	-	-	-	o	-	-	-	
161. " *connatum*	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+
162. " *conspersum*	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-
163. " " *var. latum*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
164. " *contractum*	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
165. " " *var. ellipsoideum.*	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-
166. " " *fa. Jakobensii* ...	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
167. " " *var. minutum*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
168 " *crenulatum*	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-
169. " " *var. Reinschii* ...	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
170. " *cruciatum*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
171. " *Cucumis*	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-

| Nr. | | |

Desmidiaceen aus dem Gebiete Danzigs.

	Norddeutschland				Gebirge					
	Ostpreussen Klebs	Zehlau Steinecke	Hannover v. Alten	Eppendorf Heering & Homfeld	Attersee Lütkemüller	Böhmen Lütkemüller	Schwarzwald Schmidle	Alpine Al gen Schmidle	Schwenninger Moor Schlenker	Salzburg Heimerl
172. *Cosmarium Cucurbita*	+	+	–	–	+	–	+	+	+	–
173. " *cyclicum v. Nordstedt. fa*	–	–	–	–	o	–	–	–	–	–
174, " *Debaryi*	+	+	–	+	+	–	–	–	–	+
175. " *depressum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
176. " " *var. achondrum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
177. " " *fa. minima*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
178. " *difficile v. sublaeve fa.*	–	–	–	–	o	o	–	–	–	–
179. " *diplosporum*	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–
180. " *formosulum*	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
181. " *granatum*	+	–	–	–	+	–	–	–	–	+
182. " " *var. subgranatum* ..	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
183. " " *var. Nordstedtii* ..	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
184. " *Hammeri*	–	–	–	–	–	o	–	–	+	–
185. " " *fa. octogibbosum* ..	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
186. " *hornavense*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
187. " *humile*	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
188. " " *var. danicum*	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–
189. " " " *subdanicum*	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–
190. " " " *substriatum* ...	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
191. " " " *striatum*	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–
192. " *impressulum*	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+
193. " " *fa. suborthogonum* .	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
194. " *limnophilum*	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
195. " *Malinvernian. v. badense.*	–	–	–	–	–	o	–	–	–	–
196. " *margaritatum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
197. " " *var. ornatum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
198. " *margaritiferum*	+	–	–	+	+	–	+	–	+	+
199. " *Meneghinii*	–	–	+	+	+	–	+	–	+	+
200. " *moniliforme*	+	o	–	–	–	–	–	o	–	o
201. " *nitidulum var. subundul..*	–	–	–	o	o	–	+	–	–	–
202. " *Novae-Semliae v. sibiric.*	–	–	–	–	–	o	–	–	–	–
203. " *Nymannianum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
204. " *ochthodes*	–	–	–	+	–	+	–	–	–	–
205. " " *fa. granulosum*	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
206. " *ornatum*	–	–	–	+	–	–	+	–	–	+
207. " *orthostich. v. pumil. fa.*	–	–	–	–	–	o	–	–	–	–
208. " *ovale*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
209. " *pachydermum*	+	–	–	+	+	–	–	o	–	+
210. " *Palangula*	+	+	–	+	+	–	+	–	+	+
211. " *perforatum*	+	–	–	–	+	+	–	o	–	–
212. " *Phaseolus*	+	–	–	–	–	–	o	–	–	–
213. " " *fa. minor*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
214. " " *var. elevatum*	+	–	–	–	–	–	+	+	–	–

Nr.		172.	173.	174.	175.	176.	177.	178.	179.	180.	181.	182.	183.	184.	185.	186.	187.	188.	189.	190.	191.	192.	193.	194.	195.	196.	197.	198.	199.	200.	201.	202.	203.	204.	205.	206.	207.	208.	209.	210.	211.	212.	213.	214.
Gebirge	Millstättersee Lütkemüller	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+	+	+	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+
	Traunstein Kaiser	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Berchtesgaden Kaiser	+	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Südbayern Dick	o	+	+	+	+	+	+	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Tirol Hustedt	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Schweiz Mühlethaler	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nordische Gebiete	Clare Island West	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Bornholm Boergesen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Bornholm Nordstedt	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Schweden Borge	+	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Takernsee Borge	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Schwed. Lappland Borge	+	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Keuru-Finnl Grönblad	+	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Finland Grönblad	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Spitzbergen Borge	+	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Sibirien Boldt	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Amerika	Brasilien Nordstedt	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Amerika Lagerheim	+	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Regnell Borge	+	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Sao Paulo Borge	+	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Desmidiaceen aus dem Gebiete Danzigs.	Norddeutschland					Gebirge				
	Ostpreussen Klebs	Zehlau Steinecke	Hannover v. Alten	Eppendorf Heering & Homfeld	Attersee Lütkemüller	Böhmen Lütkemüller	Schwarzwald Schmidle	Alpine Algen Schmidle	Schwenninger Moor Schlenker	Salzburg Heimerl
215. *Cosmarium Portianum*	–	–	+	+	+	+	–	–	–	+
216. " " *var. orthostich.*	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
217. " " *var. nephroideum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
218. " *praemorsum*	–	–	–	–	o	–	+	o	–	–
219. " *protractum*	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–
220. " *pseudamoenum*	–	–	–	–	–	–	+	–	–	+
221. " *pseudogranatum*	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
222. " *pseudonitidul. v. validum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
223. " *pseudoornatum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
224. " *pseudopyramidatum*	+	–	–	–	+	–	–	+	–	+
225. " " *var. stenonotum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
226. " *punctulatum*	+	–	–	+	–	–	–	–	–	–
227. " " *var. subpunctulat.*	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
228. " *pusillum*	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
229. " *pygmaeum*	–	+	+	–	+	+	–	–	–	–
230. " *pyramidatum*	+	–	+	+	o	–	+	–	–	+
231. " *quadratum*	+	–	–	–	+	–	+	–	+	+
232. " " *var. Willei*	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
233. " *Quadrum*	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
234. " *reniforme*	–	–	–	–	+	o	o	+	–	–
235. " *retusum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
236. " *sexangulare fa. minima*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
237. " *sexnotatum v. subtriomph.*	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
238. " *subcrenatum*	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
239. " *subundulatum fa.*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
240. " *subtumidum*	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–
241. " " *fa. Klebsii*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
242. " *tenue*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
243. " *tessellatum*	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
244. " *tetrachondrum fa.*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
245. " *tetraophthalmum*	–	–	+	+	+	–	+	–	–	–
246. " *tumidum* –	–	–	–	–	–	–	–	–	–	o
247, " *Turpinii*	–	–	–	–	–	o	+	–	–	–
248. " " *var. podolicum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
249. *Xanthidium antilopaeum*	–	+	+	+	+	+	+	+	–	+
250. " " *var. Krameri*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
251. " " *var. dimazum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
252. " " *var. ornatum*	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
253, " " *polymazum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
254. " " *var. triquetrum.*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
255. " *armatum*	–	–	+	+	–	–	+	o	+	+
256. " *concinnum var. Boldtian.*	–	–	–	–	–	o	–	–	–	–
257. " *cristatum*	–	–	+	+	o	–	+	–	+	+

Nr.		215.	216.	217.	218.	219.	220.	221.	222.	223.	224.	225.	226.	227.	228.	229.	230.	231.	232.	233.	234.	235.	236.	237.	238.	239.	240.	241.	242.	243.	244.	245.	246.	247.	248.	249.	250.	251.	252.	253.	254.	255.	256.	257.
Gebirge	Millstättersee Lütkemüller	+																																										
	Traunstein Kaiser																													+							o								+
	Berchtesgaden Kaiser																													+							o								
	Südbayern Dick	+	+																											+															+
	Tirol Hustedt	+	+																											+															
	Schweiz Mühlethaler	+																												+															
Nordische Gebiete	Clare Island West	+																												+															+
	Bornholm Boergesen																													+															
	Bornholm Nordstedt																													+															
	Schweden Borge	+	+																											+															+
	Takernsee Borge																																												
	Schwed. Lappland Borge	+																												+															+
	Keuru-Finnl Grönblad	+																												+															+
	Finland Grönblad																																												
	Spitzbergen Borge																																												
	Sibirien Boldt																																												
Amerika	Brasilien Nordstedt																																												
	Amerika Lagerheim																																												
	Regnell Borge																																												
	Sao Paulo Borge																																												

Desmidiaceen aus dem Gebiete Danzigs.	Norddeutschland				Gebirge					
	Ostpreussen Klebs	Zehlau Steinecke	Hannover v. Alten	Eppendorf Heering & Homfeld	Attersee Lütkemüller	Böhmen Lütkemüller	Schwarzwald Schmidle	Alpine Al gen Schmidle	Schwenninger Moor Schlenker	Salzburg Heimerl
258. *Xanthidium cristatum v. uncinat* ..	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
259. " " *fa. polonica*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
260. " *fasciculatum*	–	–	+	+	–	–	+	–	–	+
261. *Arthrodesmus bifidus*	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
262. " *Bulnheimii*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
263. " *convergens*	–	–	+	+	+	–	+	–	+	+
264. " *Incus*	–	+	+	+	+	–	+	o	–	+
265. " " *var. extensus*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+
266. " " " *Ralfsii fa. latiusc*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
267. " " " *vulgaris fa. recta*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
268. " " " " " *minor*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
269. " *octocornis*	–	–	+	+	–	–	+	–	–	–
270. " *tenuissimus*	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–
271. " *triangularis*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
272. *Staurastrum aculeatum*	–	–	–	–	+	–	+	o	+	–
273. " *alternans*	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–
274. " *Arachne*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
275. " *Arctiscon*	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
276. " *arcuatum*	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
277. " *Avicula*	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
278. " " *fa. subarcuatum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
279. " *brachiatum*	–	–	–	–	–	–	+	–	–	+
280. " " *fa. minor*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
281. " *Brébissonii*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
282. " *brevispinum*	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
283. " *Cerastes*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
284. " *conrovers. fa. Lütkem.* ...	–	–	–	–	–	o	–	+	–	–
285. " *cuspidatum*	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+
286. " " *fa. incurva?*	–	–	–	–	–	–	–	o	–	–
287. " *cyathodes var. gracilis* ..	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
288. " *dejectum* –.....	–	–	–	–	+	–	+	o	+	+
289. " " *var. mucronatum fa.* .	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
290. " *Dickiei*	–	–	–	–	+	+	+	o	–	+
291. " " *var. Gedaniensis*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
292. " *dilatatum*	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–
293. " *furcatum*	–	+	–	–	+	–	+	–	+	–
294. " " *var. senarium fa.* ...	–	–	–	–	–	–	o	–	–	–
295. " " *fa. spinosum*	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
296. " *furcigerum*	–	–	–	–	+	–	+	–	+	+
297. " " *var. armigerum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
298. " " " *crassum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
299. " *glabrum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
300. " *gracile*	–	–	–	–	o	–	+	o	+	–

Nr.		258.	259.	260.	261.	262.	263.	264.	265.	266.	267.	268.	269.	270.	271.	272.	273.	274.	275.	276.	277.	278.	279.	280.	281.	282.	283.	284.	285.	286.	287.	288.	289.	290.	291.	292.	293.	294.	295.	296.	297.	298.	299.	300.
Gebirge	Millstättersee Lütkemüller	|	|	|	|	|	|	|	+	|	|	|	+	|	|	o	+	|	|	+	+	+	|	|	+	+	+	|	+	|	|	+	|	|	+	+	+	|	+	|	|	|
	Traunstein Kaiser	|	|	|	|	|	o	+	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	+	|	|	|	|	|	o	|	|	+	|	|	o	|	|	|	|	|	|	+
	Berchtesgaden Kaiser	+	|	|	+	|	o	+	|	|	|	+	|	|	+	|	|	+	/	|	|	|	|	|	|	|	+	|	|	+	|	|	|	|	|	|	+	|	|	|	|	|	|	|	|	|
	Südbayern Dick	+	+	|	|	+	|	o	+	+	|	+	|	+	|	|	+	|	|	|	|	|	|	|	+	|	+	|	|	+	+	o	|	|	+	|	|	+	|	|
	Tirol Hustedt	+	+	|	|	+	|	|	+	|	|	+	o	+	|	|	+	|	|	+	|	|	|	|	|	|	|	+	|	+	|	|	|	|	|	+	+	|	|	+	|	+
	Schweiz Mühlethaler	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	+	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	+	|	|	+	|	|
Nordische Gebiete	Clare Island West	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	+	|	|	|	+	+	|	+	+	|	|
	Bornholm Boergesen	|	|	|	|	|	|	+	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	+	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|
	Bornholm Nordstedt	+	|	|	+	+	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	+	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|
	Schweden Borge	+	|	|	+	+	|	|	+	|	+	|	|	+	o	|	+	+	|	+	|	|	|	+	+	|	|	|	+	|	|	|	+	+	|	|	+	|	|	|	+	+	+	|	|	+	|	|
	Takernsee' Borge	+	|	|	|	|	|	|	+	|	|	+	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	+	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|
	Schwed. Lappland Borge	+	+	|	+	+	|	|	+	o	|	+	|	|	+	o	|	+	+	|	+	|	+	|	|	+	+	|	+	|	|	+	|	+	|	|	+	+	+	|	+	|	|
	Keuru-Finnl Grönblad	+	|	|	+	+	|	|	|	+	o	|	+	+	+	|	|	+	|	+	+	+	|	+	|	+	|	|	|	+	+	+	|	|	+	|	+	|	|	|	+	+	+	|	+	+	+
	Finland Grönblad	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	o
	Spitzbergen Borge	|	|	|	|	|	o	|	|	o	|	|	|	|	|	|	|	+	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	o	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|
	Sibirien Boldt	+	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	+	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|
Amerika	Brasilien Nordstedt	+	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|
	Amerika Lagerheim	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|
	Regnell Borge	+	|	|	|	|	|	|	|	o	|	+	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|
	Sao Paulo Borge	o	|	|	|	|	|	|	|	|	o	|	+	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|	|

Desmidiaceen aus dem Gebiete Danzigs	Norddeutschland				Gebirge					
	Ostpreussen Klebs	Zehlau Steinecke	Hannover v. Alten	Eppendorf Heering & Homfeld	Attersee Lütkemüller	Böhmen Lütkemüller	Schwarzwald Schmidle	Alpine Al gen Schmidle	Schwenninger Moor Schlenker	Salzburg Heimerl
301 *Staurastrum grande*	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
302 " *Helmerlianum v spinulos.*	–	–	–	–	+	o	–	–	–	+
303. " *hirsutum*	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+
304. " *hystrix v. pannonicum*	–	–	–	–	–	o	o	o	–	–
305. " *lunatum*	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
306 " *megacanthum fa*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
307. " *mucronatum v. subtriang*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
308. " *muticum*	–	–	–	–	+	–	+	–	+	+
309. " " *fa. minor*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
310. " *orbiculare*	–	–	–	–	+	–	+	o	–	+
311 " " *var. depressum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
312. " " " *extensum*	–	–	–	–	+	–	–	+	–	–
313. " *paradoxum*	–	–	–	–	o	–	–	o	–	o
314. " " *fa. West*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
315. " *pinnatum v. subpinnatum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
316. " *polymorphum*	–	+	–	–	+	–	+	–	–	o
317. " *punctulatum*	–	–	–	–	+	–	+	+	+	+
318. " " *var. Kjellmani*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
319. " " " *muricatiforme*	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
320. " *quadrangulare*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
321. " " *var. alatum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
322. " *Reinschii*	–	–	–	–	–	–	+	–	+	–
323. " *Sebaldi var. ornatum*	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
324. " " *var. multiornatum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
325. " *saxonicum*	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
326. " *spongiosum*	–	–	–	–	o	–	+	o	–	o
327. " *teliferum*	–	–	–	–	+	–	–	–	+	+
328. " " *var. ordinatum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
329. " *tetracerum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
330. " *Tohopeklig. v. trifurc.*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
331. " *tricorne*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
332. " *tumidum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
333. " *vestitum*	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–
334. *Cosmocladium saxonicum*	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
335. *Sphaerozosma excavatum*	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
336. " *granulatum*	–	–	–	–	+	+	–	–	–	+
337. " *neglectum*	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
338. " *vertebratum*	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–
339. *Spondylos. pulchell. v. bambus*	–	+	–	–	o	–	–	–	–	+
340. " *pulchrum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
341. " *secedens*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
342. *Onychonema filiforme*	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–

Nr.	Gebirge							Nordische Gebiete										Amerika			
	Millstättersee	Lütkemüller	Traunstein Kaiser	Berchtesgaden Kaiser	Sübayern Dick	Tirol Hustedt	Schweiz Mühlethaler	Clare Island West	Bornholm Boergesen	Bornholm Nordstedt	Schweden Borge	Takernsee Borge	Schwed. Lappland Borge	Keuru-Finnl Grönlad	Finland Grönlad	Spitzbergen Borge	Sibirien Boldt	Brasilien Nordstedt	Amerika Lagerheim	Regnell Borge	Sao Paulo Borge
301.	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	+	–	
302.	+	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
303.	–	+	+	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+	+	–	–	+	–	
304.	+	–	–	–	o	–	–	–	–	o	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	
305.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	
306.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	o	o	–	–	–	–	–	–	–	
307.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–	–	o	–	–	–	–	
308.	–	–	+	+	+	–	–	–	–	+	+	+	+	–	+	+	–	–	+	+	
309.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	+	
310.	+	–	o	–	–	–	–	+	–	+	–	+	–	–	+	–	+	–	+	–	
311.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	+	
312.	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
313.	+	–	+	–	+	–	–	–	–	+	–	+	+	–	–	o	–	–	–	+	
314.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
315.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	
316.	–	–	+	+	+	–	–	–	–	+	+	+	+	+	+	+	o	–	–	–	
317.	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+	+	+	–	–	+	o	–	–	+	+	
318.	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+	+	+	–	+	–	–	–	–	–	–	
319.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	
320.	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+	–	–	–	o	–	o	–	
321.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
322.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
323.	–	–	–	–	–	–	–	o	–	–	+	+	o	–	–	o	–	–	–	–	
324.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
325.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	–	–	+	–	–	–	–	o	
326.	+	–	+	+	–	–	–	–	–	+	–	+	+	–	+	+	–	–	–	–	
327.	+	–	–	+	+	–	–	–	–	+	–	+	–	–	–	+	–	–	–	–	
328.	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
329.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	–	+	+	–	–	–	
330.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	
331.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	
332.	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	
333.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	+	–	–	–	o	–	–	–	
334.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	
335.	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	+	–	–	o	–	o	+	–	–	
336.	+	–	–	–	–	–	–	–	–	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–	+	
337.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
338.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	+	+	+	–	–	–	–	–	–	
339.	+	+	–	+	+	–	–	–	–	+	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	
340.	–	–	+	+	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	o	o	
341.	+	–	–	–	–	–	–	–	–	o	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
342.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	

Desmidiaceen aus dem Gebiete Danzigs.	Norddeutschland				Gebirge					
	Ostpreussen Klebs	Zehlau Steinecke	Hannover v. Alten	Eppendorf Heering & Homfeld	Altersee Lütkemüller	Bölmen Lütkemüller	Schwarzwald Schmidle	Alpine Algen Schmidle	Schwenninger Moor Schlenker	Salzburg Heimerl
343. *Hyalotheca dissiliens*	–	–	–	+	+	–	+	–	+	–
344. " " *var. bidentula* ...	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
345. " " " *tatrica*	–	–	–	–	–	–	–	+	–	–
346. " *mucosa*	–	–	–	–	+	–	–	–	–	–
347. *Desmidium aptogonum*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
348. " *cylindricum*	–	+	–	–	+	–	+	–	–	–
349. " *Swartzii*	–	–	–	+	+	–	+	–	+	–
350. *Gymnozyga moniliformis*	–	+	–	+	–	o	+	–	+	–

Aus vorstehender Tabelle ergibt sich ohne weiteres, dass die Desmidiaceen im allgemeinen Kosmopoliten sind. Das ist darauf zurückzuführen, dass die Desmidiaceen als Wasserbewohner den Einwirkungen von Licht und Wärme, Wind und Wetter in weit geringerem Masse ausgesetzt sind, als die Phanerogamen. Da nun die Lebensbedingungen für Wasserbewohner (gleichartige Wohngewässer vorausgesetzt) in den verschiedenen Klimaten annähernd dieselben sind, zeigen oft weit auseinander liegende Gebiete in der Zusammensetzung ihrer Algenflora keine wesentlichen Unterschiede.

Das schliesst jedoch nicht aus, dass gewisse Formen auf ganz bestimmte Gebiete beschränkt bleiben. Die Desmidiaceen sind wie andere Algen und höher stehende Pflanzen befähigt, gewisse ihnen zusagende Nährsalze, die das Wasser in kaum nachweisbarer Menge enthält, aus der Fülle der anderen herauszulesen und sich nutzbar zu machen. Es ist nun wohl mit Sicherheit anzunehmen, dass das Wahlvermögen der Desmidiaceen, deren ganzes Leben sich im Wasser abspielt, viel feiner entwickelt ist als das der höher stehenden Phanerogamen, so dass sie zum Teil befähigt sind, auf allerfeinste Unterschiede zu reagieren. So nur lassen sich die Unterschiede in der Mikroflora eng benachbarter Moore und Tümpel erklären.

HOMFELD (Eppendorfer Moor, 1904, p. 79) schreibt darüber: "Es scheint mir bemerkenswert, dass in einem so kleinen Gebiet, wie es das Eppendorfer Moor ist, in verschiedenen Tümpeln eine in wesentlichen Bestandteilen verschiedene Vegetation zu beobachten ist. Es handeltsich hier um solche Tümpel, die anscheinend ganz gleichartige Lebensbedingungen bieten. Namentlich einzelne seltenere Desmidiaceen-Spezies wurden seit längeren Jahren konstant in denselben Tümpeln und zwar nur in diesen gefunden".

Allgemein giltige Schlüsse über die geographische Verbreitung der Desmidiaceen lassen sich aus der vorliegenden Tabelle nicht ziehen, denn dazu gehört ein erheblich grösseres Vergleichsmaterial, aber die Zusammenstellung gibt doch immerhin brauchbare Fingerzeige für die Verbreitung einzelner Spezies. Werden die Ergebnisse der Tabelle, wie es hier geschehen ist, unter Mitbenützung von NORDSTEDT's Index, WEST's Monographie und MIGULA's Kryptogamen-Flora nachgeprüft, dann dürften sie einigermassen zuverlässig sein.

Nr.	Gebirge						Nordische Gebiete										Amerika			
	Millstättersee	Lütkemüller	Traunstein Kaiser	Berchtesgaden Kaiser	Südbayern Dick	Tirol Hustedt	Schweiz Mühlethaler	Clare Island West	Bornholm Boergesen	Bornholm Nordstedt	Schweden Borge	Takernsee Borge	Schwed. Lappland Borge	Keuru-Finnl Grönblad	Finland Grönblad	Spitzbergen Borge	Sibirien Boldt	Brasilien Nordstedt	Amerika Lagerheim	Regnell Borge	Sao Paulo Borge
343.	+	−	+	+	+	+	−	−	+	+	o	−	+	o	−	+	+	+	−	−
344.	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−	+	+	−	+	−	−	+	−	+
345.	−	−	−	+	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−
346.	+	−	−	−	+	−	−	−	−	+	−	+	+	−	−	−	+	+	+	+
347.	−	−	+	+	+	−	−	−	−	+	−	−	+	−	−	−	+	+	+	+
348.	+	−	−	+	+	−	−	−	−	+	−	−	+	−	−	−	−	−	+	+
349.	+	+	+	+	+	+	−	−	−	+	−	+	+	−	−	+	−	−	+	−
350.	+	−	+	+	+	−	−	+	+	+	−	+	+	−	−	+	−	−	+	+

Als Kosmopoliten können folgende Species gelten:

1. *Netrium digitus*
2. *Closterium acerosum*
3. " *Dianae*
4. " *Ehrenbergii*
5. " *Lunula*
6. " *moniliferum*
7. " *rostratum*
8. " *striolatum*
9. *Pleurotaenium Ehrenbergii*
10. " *trabecula*
11. " *truncatum*
12. *Tetmemorum Brébissonii*
13. " *granulatus*
14. *Euastrum ansatum*
15. " *binale*
16. " *elegans*
17. *Microsterias Crux-melitensis*
18. " *rotata*
19. " *truncata*
20. *Cosmarium margaritiferum*
21. " *Meneghinii*
22. " *Portianum*
23. " *pyramidatum*
24. *Xanthidium antilopaeum*
25. " *cristatum*
26. *Arthrodesums convergens*
27. " *Incus*
28. *Staurastrum dejectum*
29. " *gracile*
30. *Hyalotheca dissiliens*
31. *Desmidium Spartzii*
32. *Gymnozyga moniliformis.*

Gebirgsmoore bevorzugen:

1. *Mesotaenium macrococcum v. microc.*
2. *Closterium acerosum v. elongatum*
3. " " *v. minus*
4. " *Leibleinii fa. Boergesenii*
5. " *Libellula fa. interrupta*
6. *Pleurotaenium trabecula v. rectum fa. tenuis*
7. *Tetmemorus granulatus fa. basichondr.*
8. *Euastrum ansatum v. emarginatum*
9. " " *v. pyxidatum*
10. *Micrasterias apiculata v. sparsiac.*
11. *Cosmarium abbreviatum*
12. " *humile v. subdanicum*
13. " *limnophilum*
14. " *ochthodes fa. granulosum*
15. " *quadratum v. Willei*
16. " *sexnotat. v. triomphalum*
17. " *tesselatum*
18. *Staurastrum brachiatum fa. minor*
19. " *furcatum fa. spinosa*
20. " *teliferum v. ordinatum*
21. *Sphaerozosma neglectum.*

Hauptsächlich auf nordische Gebiete beschränkt sind:

1. *Closterium spetsbergense*
2. *Euastrum dubium v. pseudocambr.*
3. " *verrucos. v. rhomboid.*
4. *Micrasterias trunc. v. Bahus.*
5. *Cosmarium asphaerosp. v. strig.*
6. " *formosulum*
7. *Cosmarium Novae Semliae v. sibir.*
8. " *Phaseolus fa. minor*
9. " *sexangulare fa. minima*
10. *Xanthidium antilopaeum v. dimazum.*
11. " " *v. polymazum.*

Nordische Formen und zugleich Bewohner von Gebirgsmooren sind:

1. *Closterium strigosum*
2. " *Navicula fa. Willei*
3. *Pleurotaenium nodosum*
4. *Euastrum binale fa. Gutwinskii*
5. *Cosmarium conspersum v. latum*
6. " *depressum v. achondrum*
7. *Cosmarium turgidum*
8. *Arthrodesmus bifidus*
9. " *Incus v. extensus*
10. *Staurastrum Brébissonii*
11. " *punctulatum v. Kjellmani*
12. " *saxonicum.*

Neu für Deutschland sind folgende Formen:

1. *Closterium idiosporum*
2. " *intermedium v. sculptum*
3. " *juncidum v. brevior*
4. " *nematodes v. proboscideum*
5. " *spetsbergense*
6. *Pleurotaenium truncatum fa. curta*
7. *Euastrum dubium v. pseudocambr.*
8. " *oblongum fa. elongatum*
9. " *verrucos. v. rhomboid.*
10. *Micrasterias trunc. v. Bahus.*
11. *Cosmarium asphaerosp. v. strigos.*
12. " *formosulum*
13. " *granatum v. Nordstedtii*
14. " *hornavense*
15. " *Novae Semliae v. sibir.*
16. " *Phaseolus fa. minor*
17. " *pseudonitidul. v. valid.*
18. *Cosmarium sexangulare fa. minima*
19. *Xanthidium antilop. v. Crameri*
20. " " *v. dimazum*
21. " " *v. polymazum*
22. " " *v. triquetrum*
23. " *concinnum v. Boldtianum*
24. *Staurastrum Cerastes*
25. " *furcigerum v. armigerum*
26. " *megacanthum*
27. " *mucronat. v. subtriangulare*
28. " *orbiculare v. depressum*
29. " *paradoxum fa. a West*
30. " *pinnatum v. subpinnatum*
31. " *teliferum v. ordinatum*
32. " *Tohopekaligense var. trifurcatum*
33. *Sphaerozosma granulatum.*

Eine Zusammenstellung der als neu beschriebenen Abarten und Formen erübrigt sich, da diese schon im systematischen Teil dieser Arbeit als neu hinreichend gekennzeichnet sind.

Auffallend ist die grosse Übereinstimmung der Danziger Desmidiaceen-Flora mit der aus Gebirgsmooren oder aus nordischen Gebieten. Nicht weniger als 21 Gebirgsformen, 11 ausgesprochen nordische Formen und 12 weitere nordische bzw. Gebirgsformen sind auch bei uns vertreten. Das Vorkommen dieser Spezies in dem untersuchten Gebiet ist aber ausschliesslich auf hochgelegene Moortümpel der "kassubischen Schweiz" mit hochmoorartigem Charakter beschränkt. Da diese Moorkessel sich ausserdem zumeist in nächster Nähe von Endmoränen befinden, liegt der Schluss nahe, dass manche der darin lebenden Desmidiaceen als "Eiszeitrelikte" anzusprechen sind.

SCHMIDLE begründet das Vorkommen nordischer Arten in den Schwarzwald-Hochmooren mit ihrer Unempfindlichkeit gegen Klima-Änderungen. Warum bleiben denn aber diese nordischen Formen ausschliesslich auf jene hochmoorartigen Tümpel beschränkt?

Ich bin nun nicht der weitegehden Ansicht STEINECKE's (Zehlau, p. 133), dass sich die Tier- und Pflanzenwelt dieser schwer zugänglichen, weltentlegenen Moorkessel so erhielt, wie sie zur Glazialzeit hier lebte und wie es STEINECKE wenig-

stens für die Zehlau annimmt. Das Vorkommen der nordischen bzw. Gebirgsformen lässt sich auch so erklären, dass diese Formen durch Vögel hierher verschleppt wurden. Das kommt gewiss nicht selten vor. In den meisten Fällen mögen die so eingeführten Organismen zugrunde gehen. Finden sie aber annähernd dieselben Lebenbedingungen wie in ihrer eigentlichen Heimat, und das ist in den genannten Moorkesseln in mancher Hinsicht der Fall, dann bürgern sie sich ein. Sie sind nun zwar auch "Eiszeitrelikte", aber solche, die aus dem hohen Norden hierher verschleppt wurden.

Auf jeden Fall ist das Vorkommen dieser Formen in der Danziger Gegend mit ein Beweis für den ausgesprochenen Mittelgebirgscharakter unserer Kassubischen Schweiz, wie er durch besondere Funde aus der Reihe der Phanerogamen oder aus der Insektenwelt schon mehrfach festgestellt worden ist.

Hiermit bin ich am Schlusse meiner Untersuchungen angelangt. Ich hoffe damit einen einigermassen brauchbaren Beitrag zur Kenntnis unserer heimischen Desmidiaceenflora gegeben zu haben. Es verbleibt mir schliesslich noch die Pflicht, allen denen zu danken, die mir bei Abfassung der vorliegenden Arbeit mit ihrem geschätzten Rate zur Seite gestanden haben. Besonders danke ich den Herren Prof. Dr. KAISER-Traunstein, Prof. Dr. SCHMIDLE-Konstanz, Dr. R. GRÖNBLAD-Helsingfors und Dr. O. BORGE-Stockholm für ihre bereitwillige Nachprüfung meiner Zeichnungen und Präparate, bzw. für liebenswürdige Überlassung von einschlägiger Literatur. Zu grösstem Danke bin ich auch Herrn R. LUCKS, Botaniker der Landw. Versuchsstation zu Danzig, verpflichtet, der mir eine grössere Anzahl von Desmidiaceen-Materialien in uneigennützigster Weise zur Verfügung stellte, und der mir auch sonst in jeder Beziehung mit Rat und Tat hilfreich zur Seite gestanden.

Allen diesen Herren sei auch an dieser Stelle mein ergebenster Dank ausgesprochen.

Additamenta monographica 1922.

Auctore CARL MEZ.

(Fortsetzung von II. p. 34.)

Ardisia decurviflora Mez nov. spec. - Arbuscula vel frutex ramulis novellis glaberrimis, adultis cortice cinereo obtectis, crassiusculis, teretibus. Folia petiolis ad 8 mm longis, inciso-canaliculatis stipitata, late lanceolata, basi sensim acuta, apice elegantissime angusteque acuminata, chartacea, glaberrima, utrinque perlaxe obscureque prominulo-reticulata, subtus punctulis minutissimis atris innumeris picta, glandulis marginalibus destituta, ad 0,15 m longa et 30 mm lata. Inflorescentiae optime laterales nec foliis nec squamis suffultae, pauciflorae, dersiuscule insigniterque racemosae, ad 10-florae, vix ultra 45 mm longae quam folia multo breviores, longiuscule stipitatae, glaberrimae; pedicellis omnibus insigniter mutanti-recurvis, ad 3 mm longis. Flores e pedicellorum indole omnes decurvi, in alabastro ad 6 mm longi; sepalis fere liberis, suborbicularibus, optime lateque rotundatis, toto margine glandulis subatris ciliatis, parvipunctatis, bene imbricatis. Petala basi breviter connata, bene asymmetrica, et punctulis nonnullis et lineolis paucis brevibus glandulosis picta. Antherae fere sessiles, e triangulari oreviter acuminatae, dorso punctis paucis vel singulo prope apicem praeditis. Ovarium glaberrimum, ellipsoideum; stylo quam petala breviore, ovarium subduplo superante; stigmate punctiformi; placenta dissite multiovulata.

Neu-Guinea, Vorgebirge des Hellwig-Gebirges (ROEMER nr. 1012). - *Ardisiae pendulae Mez* accedit.

Ardisia laxa Mez nov. spec. - Arbuscula vel frutex ramulis glaberrimis, teretibus, adultioribus cortice cinereo obtectis, crassiusculis. Folia petiolis ad 10 mm longis, inciso-canaliculatis stipitata, late oblongo-lancolata, basi persensim

acuta, apice eleganter acuminata, chartacea, bene prominulo-reticulata, densiuscule costata, glaberrima, opaca, subtus punctulis minutissimis subatris dense conspersa, ad 0,17 m longa et 50 mm lata. Inflorescentiae optime laterales bracteis haud suffultae, e ramulis novellis prodeuntes, parpauci- (ad 5-) florae, laxe abbreviateque racemosae nec ullo modo umbellatae, longiuscule stipitatae, quam folia permulto breviores; pedicellis suberectis vel suberecto-patentibus, gracilibus, ad 10 mm longis, glaberrimis. Flores conspicui fere 10 mm diam. metientes; sepalis fere liberis, bene imbricatis, suborbicularibus, apice rotundatis, margine optime denseque glanduloso-ciliatis, parvipunctatis. Petala bene acuteque asymmetrica, in parte superiore parvipunctata. Stamina petalis breviora stylum aequantia, antheris brevissime filamentatis, crassis, triangularibus, apice acuminulatis, dorso haud insignius punctatis. Ovarium ellipsoideum, glabrum; stylo satis longiore, gracili; stigmate punctiformi; placenta dissite multiovulata.

Neu-Guinea, Niederes Vorgebirge am Nordfluss (ROEMER nr. 812). - *Ardisiae racemigerae Mez* satis accedit.

Ardisia pustulata Mez nov. spec. - Arbuscula vel frutex ramulis gracilibus, glaberrimis, teretibus, adultioribus cortice brunneo obtectis. Folia petiolis brevibus vix ultra 5 mm longis stipitata, bene lanceolata, basi acuta apice eleganter acuminata, coriacea, integerrima, glaberrima, opaca, supra non nisi obscure prominulo-costulata cet. utrinque laevia, ad 0,12 m longa et 25 mm lata, dense punctis magnis, valde prominulis praedita. Inflorescentiae in ramulis novellis laterales, bracteis manifestioribus destitutae, quam folia multo breviores, pauciflorae, abbreviate sed tamen manifeste racemosae, longiuscule stipitatae, glaberrimae; pedicellis gracilibus, ad 10 mm longis, patentibus vel e patenti sursum arcuatis. Flores in alabastro fere 5 mm longi, per anthesin ad 9 mm diam. metientes; sepalis fere liberis, ex ovato acuminatis, margine dense ciliatis, medio punctis multis insignibusque pictis. Petala basi breviter connata, bene asymmetrica, medio crasse lineatim, cet. optime punctatim picta, stamina bene superantia. Antherae brevissime filamentatae, e triangulo-elliptico anguste acuminatae, dorso nigrescentes nec manifestius glandulosae, stylum superantes. Ovarium glaberrimum, subglobosum; stylo gracili, triplo longiore; stigmate punctiformi; placenta multiovulata.

Neu-Guinea, Urwald im Flachland des Nordflusses (ROEMER nr. 722 (Typus), 1441). - Et haec species *Ardisiae racemigerae Mez* affinis.

Ardisia lauracea Mez nov. spec. - Arbuscula 6 - 8-metralis ramulis crassis, novellis minutissime perobscureque pilosis celerrime glabratis cortice cinereo obtectis. Folia petiolis usque ad 10 mm longis, margine crispulatis, supra vix canaliculatis stipitata, elliptica, basi acuta apice acuminata, chartacea, dense costulata, utrinque laxe prominulo-rticulata, integerrima, glaberrima, punctulis multis prominulis supra plus minus atrescentibus conspersa, ad 0,15 m longa et 40 mm lata. Inflorescentiae e ramulis novellis laterales, foliis nunc reductis nunc normalibus suffultae, pauciflorae tenuissimaeque, laxe squarroseque 2-pinnatim panniculatae, e ramulis paucis flores apice corymbosos gerentibus compositae, quam folia multo breviores, glaberrimae, non nisi valde immaturae cognitae pedicellis tenuissimis infra 5 mm longis. Flores glaberrimi, in alabastro subglobosi, vix ultra 2 mm longi; sepalis basi ad 1/4 longit. connatis, optime dextrorsum tegentibus, suborbicularibus, late rotundatis, apice insigniter inciso-emarginatis, paucipunctatis, margine bene ciliatis. Petala breviter connata, acutiuscula, haud multo asymmetrica, punctulis paucis parvisque picta. Stamina petalis breviora, antheris brevissime filamentatis, triangularibus, sensim acutis, dorso in parte inferiore punctis multis parvisque pictis. Ovarium glaberrimum, ellipsoideum; stylo (id quod valde notabile) satis breviore; stigmate punctiformi; placenta dissite pluriovulata.

Neu-Guinea, Kaiserin-Augusta-Fluss-Expedition, Etappenberg (Ledermann nr. 9482). - *Ardisiae sessilifoliae Mez* affinis; habitu *Lauraceam* e grege *Ajugae* generis animo revocat.

Conandrium majus Mez nov. spec. - Arbor ramulis glaberrimis, teretibus. Folia petiolis ad 15 mm longis, supra inciso-canaliculatis stipitata, optime vel elongate elliptica, basi longius breviusve acuta, apice latissime obtuseque et saepius satis obscure acuminata, coriacea, nunc utrinque nunc sueto subtus tantum densissime prominulo-costulata et hic sub lente densissime prominulo-retculata, punctis maculisve manifestioribus destituta, juniora subtus minutissime appresseque lepidotula mox glabrata, ad 0,19 m longa et 60 mm lata. Inflorescentiae prope ramulorum apices e foliis vigentibus vel deciduis axillares, subpauciflorae, laxe squarrosissimeque 2-pinnatim panniculatae, glaberrimae, usque ad 0,12 m longae quam folia bene breviores; ramulis insigniter patentibus, flores bene laxiusculeque racemosos gerentibus. Flores pedicellis ad 7 mm longis, gracilibus stipitati, in alabastro obtusiusculo fere 4 mm longi; sepalis fere omnino liberis, valde sinistrorsum convolutis, late squamiformi-ovatis, apice rotundatis et insigniter oblique emarginatis, toto margine longe ciliatis, multipunctatis. Petala breviter connata, latissime ovata, apice emarginella fere symmetrica, margine insensim ciliolata, punctis lineisque brevibus crassisque multis picta. Stamina in massam conocam, atram coalita antheris plane sessilibus, prismatico-triangularibus, sensim acutis, apicem versus incurvis. Ovarium glaberrimum, globosum; stylo longiore, crasse cylindrico; stigmate minuto, obtuso.

Neu-Guinea, im Galleriewald am Keneyia (Schlechter nr. 18425, Typus); Biwak Hollandia (Gjellerup nr. 379), Humboldt-Bay (Gjellerup nr. 419, 419 a, 419 b).

Conandrium Peekelii Mez nov. spec. - Arbor 6-metralis ramulis novellis minutissime puberulis, celerrime glabratis, apice perobscure subangulatis, validiusculis. Folia petiolis ad 12 mm longis, inciso-canaliculatis stipitata, optime elliptica, basi breviter acuta, apice bene rotundata, coriacea, utrinque densissime prominulo-reticulata, subtus punctulis multis minutisque atris picta, ad 0,13 m longa et 50 mm lata. Inflorescentiae e foliorum normalium reductorumve axillis laterales, subpauciflorae, squarrose 2-pinnatim paupere panniculatae, usque ad 70 mm longae quam folia multo breviores; ramulis non nisi infime repediendis, patentibus, crassiusculis, cum pedicellis subpatentibus, usque ad 5 mm longis, bene pilosulis. Flores in alabastro obtusi ad 4 mm longi; sepalis liberis, depresse latissime ovatis, apice asymmetrice bene emarginellis, toto margine longissime ciliatis, punctis multis magnisque atris pictis. Petala basi brevissime connata, latissime elliptica, apice paullo asymmetrice emarginella, margine valde remote et perobscure ciliolata, punctis lineisque brevibus crassisque multis atris picta. Stamina in massam atram, conicam coalita antheris brevissime filamentatis, crasse prismaticeque triangularibus, totis glanduloso-atris. Ovarium crassum, globosum, punctis maximis atris glandulosis verrucosum; stylo crasso, breviore; stigmate minuto, punctiformi.

Neu-Mecklenburg, Lemakot (Peekel nr. 845).

Conandrium multipunctatum Mez nov. spec. - Arbuscula ramulis tortuosis, teretibus, glabris; gemmis minutissime tomentellis. Folia petiolis usque ad 10 mm longis, leviter canaliculatis stipitata, lanceolata vel elliptica, basi sensim acuta, apice acuminata, coriacea, utrinque dense prominulo-reticulata, glabra, glauco-viridia, in areolis subtus puncto singulo magno atro guttata, usque ad 0,18 m longa et 55 mm lata saepissime praesertim angustiora. Inflorescentiae pauciflorae, paupere squarrosissime 2-pinnatim panniculatae, ramulis patentibus usque ad 35 mm longis flores laxe racemosos gerentibus, glaberrimae, usque ad 80 mm longae quam folia multo breviores. Flores pedicellis patentibus, gracilibus, ad 10 mm longis stipitati, glaberrimi, in alabastro obtusi, per anthesin rotati ad 7 mm diam. metientes; sepalis apice bene asymmetrice emarginatis, latissime depresseque ovatis, toto margine longe ciliatis, punctis multis maximisque atris pictis. Petala bene elliptica, apice minute asymmetrica subrotundata, item multipunctata. Antherae plane sessiles, percrassae prismatico-triangulares, apicem versus incurvae, dorso non nisi basin versus punctulis multis parvis punctatae. Ovarium glaberrimum, globosum, stylo cylindrico, subaequilongo; stigmate punctiformi.

Neu-Guinea, Wälder des Ibo-Gebirges (Schlechter nr. 17107), Wälder des Kani-Gebirges (Schlechter nr. 17163), Kaiserin-Augusta-Fluss-Expedition, Lager 18 am Aprilfluss (Ledermann nr. 9761), am Lordberg (Ledermann nr. 10043).

Conandrium finisterrae Mez nov. spec. - Ramuli graciles, glaberrimi, teretes. Folia petiolis usque ad 10 mm longis, inciso-canaliculatis stipitata, bene elliptica, basi acuta, apice latissime obscureque acuminata, coriacea, glaberrima, utrinque sed praesertim subtus dense prominulo-reticulata, subtus in areolis punctis magnis atris picta, ad 0,12 m longa et 45 mm lata. Inflorescentiae prope ramulorum apices e squamis minutis laterales, submultiflorae, squarrose 2-pinnatim panniculatae, glaberrimae, ad 0,13 m longae folia superantes; ramulis bene patentibus, flores laxe racemosos gerentibus Flores pedicellis ad 8 mm longis stipitati, in alabastro obtuso ad 5 mm longi; sepalis liberis, suborbicularibus, apice paullo oblique emarginatis, toto margine densissime longeque ciliatis, punctis multis magnisque atris pictis. Petala breviter sed permanifeste connata, lobis ellipticis, apice oblique acutiusculis optime asymmetricis, punctis multis magnis atris pictis, margine praesertim in parte inferiore pilis longiusculis reflexis ciliatis. Stamina massam basi atram superne pallidam formantia antheris plane sessilibus, apice late spathuliformi-acutiusculis, dorso haud manifestius punctatis. Ovarium glaberrimum, globosum; stylo subaequilongo, crassiusculo, cylindrico; stigmate punctiformi.

Neu-Guinea, Wälder des Finisterre-Gebirges (Schlechter nr. 19055).

Discocalyx perseifolia Mez nov. spec. - Arbor vel frutex ramulis crassis, tortuosis, glabris, umbrinis. Folia in ramulorum apicibus conata, petiolis ad 20 mm longis, supra planis nec profundius canaliculatis stipitata, bene elliptica, basi optime acuta, apice breviter sed eleganter acuminata, integerrima, chartacea, costis supra immersis subtus prominulis et utrinque reti laxiusculo prominulo praedita, punctulis prominulis paucis nec atris consita, ad 0,15 m longa et 65 mm lata. Inflorescentiae in ramulorum apicibus e squamis celerrime deciduis laterales, pauciflorae, simplicissimae densiuscule racemosae, glaberrimae, subcylindricae, ad 65 mm longae, non nisi valde mancae cognitae; pedicellis brevissimis vix ultra 2 mm longis. Flores in pedicellorum apice ut videtur nutantes, 2,5 mm longi, 4-meri; sepalis altissime connatis tubum subcampanulatum efformantibus, lobis breviter lateque triangularibus, glabris, haud manifestius punctatis Petala basi breviter sed manifeste in tubum infundibuliformem connata, lobis per anthesin reflexis, ellipticis, late acutis, haud papillosis, parvipunctatis Stamina floris masculi tatum cogniti quam petala bene breviora, antheris late linearibus subbacilliformibus, apice minutissime acuminulatis, prope basin filamento manifesto sed satis breviori, cylindrico insertis, ut videtur rimose dehiscentibus. Ovarium in flore masculo plane nullum.

Neu-Guinea, in den Wäldern des Finisterre-Gebirges (Schlechter nr 17947) - *Discocalyx Schlechteri K. Schum.* affinis.

MITTEILUNG DES HERAUSGEBERS.

Das Botanische Archiv bietet bis auf weiteres seinen Mitarbeitern, soweit sie wenigstens einen halben Druckbogen aufgenommenes Manuskript liefern, den ganzen Band als Honorar an. Figuren sind möglichst zart mit schwrzer Tusche auf dünnes, weisses Papier zu zeichnen. Erklärungen sind handschriftlich ebenso einzutragen. Jede Figur kommt genau heraus, wie sie geliefert wird! Die Wiedergabe von Photographien erfordert besondere Übereinkunft, wie auch die Aufnahme von Dissertationen nur unter besonderen Bedingungen erfolgen kann.

Verlag von Prof. Dr. Mez, Königsberg Pr., Besselplatz 3. - Kommissionsverlag des Repertoriums, Prof. Dr. Fedde, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49. - Steindruck von A. Wilutzky, Königsberg Pr.

B O T A N I S C H E S A R C H I V.

Zeitschrift für die gesamte Botanik.

Herausgegeben von Dr. CARL MEZ,

Professor d. Botanik a. d. Univers. Königsberg.

II. Band, Heft 4.

Ausgegeben am 15. Oktober 1922.

Verlag des Herausgebers, Königsberg Pr., Besselplatz 3 (an diese Adresse alle den Inhalt d. Zeitschrift betreffenden Zuschriften). - Kommission: Verlag d. Repertoriums, Berlin-Dahlem, Fabeckstr. 49 (Adresse für den Bezug d Zeitschrift).
Alle Rechte vorbehalten. Copyright 1922 by Carl Mez in Königsberg.

Sero-diagnostische Untersuchungen

über die Verwandtschaftsverhältnisse der Monocotyledonen.

Von ERNST WORSECK (Königsberg Pr.).

ALLGEMEINER TEIL.

In der Reihe der vom botanischen Institut zu Königsberg unternommenen Sammelforschung über die Eiweiss-Verwandtschaften der Familien des Pflanzenreichs wurde mir von Herrn Prof. Dr. MEZ die Gruppe der Monokotyledonen zugewiesen.

Mit HOFMEISTER's klassischen Untersuchungen aus den Jahren 1849 und 1851 war die ursprünglich zwischen Phanerogamen und Kryptogamen bestehende Kluft überbrückt. Der Generationswechsel, so klar bei den Pteridophyten, wurde auch bei den Gymnospermen und Angiospermen als vorhanden nachgewiesen. Die männlichen und weiblichen Prothallien der heterosporen Gefässkryptogamen erhielten ihre stark reduzierten Homologa im Pollenkorn resp. im Embryosack der Phanerogamen (1). Die Frage lautete nun, in welchem Verhältnis stehen die Gymnospermen zu den Angiospermen? Um eine Antwort hierauf zu geben, ist es notwendig, sich klar zu machen, an welche Gruppe der Gefässkryptogamen die Gymnospermen sich anschliessen.

WETTSTEIN (2) sagt: "die lebenden Gymnospermen stellen einen Pflanzentypus dar, der insofern ein eiheitlicher ist, als er durchwegs auf farnähnliche Pteridophyten durch Vermittelung der Cycadofilicinae zurückzuführen ist; die Einheitlichkeit der ganzen Unterabteilung tritt dadurch nicht so klar hervor, dass es sich bei den lebenden Gymnospermen um Reste einer ehemals reicher gegliederten Pflanzengruppe handelt, die vielfach Endglieder der Verzweigungen des gemeinsamen Stammbaumes darstellen".

Sicher ist jedenfalls, dass die *Cycadinae* unter den Gymnospermen den Pteridophyten ausserordentlich nahe stehen; sie sind durch die *Cycadofilicinae* mit den eusporangiaten *Filicinae* so innig verknüpft, dass es geradezu schwer fällt, präzise Unterscheidungsmerkmale anzugeben (3). Weniger leicht als die Feststellung der Beziehungen zwischen den *Cycadinae* und den *Filicinae* ist die Beantwor-

tung der Frage, ob die übrigen Gymnospermen den gleichen Ursprung haben, ob also die Gymnospermen eine einheitliche Gruppe darstellen; insbesondere kommen hierbei die Coniferen in Betracht (3).

Weiter sagt WETTSTEIN (3) "Bei dem Versuche der phylogenetischen Ableitung der Coniferen ist nämlich schon oft auf die unleugbare habituelle Ähnlichkeit mancher Formen mit Lycopodiinen, insbesondere mit *Lepidodendrales* und *Selaginellales* hingewiesen worden".

KIRSTEIN (4) bestätigte auf sero-diagnostischem Wege die Ableitung der *Coniferae* von den *Lycopodiales ligulatae* und kommt zu dem Schluss, dass wir in den *Abietineae* die ursprünglichsten der heute lebenden Gymnospermen zu sehen haben. Ihr Anschluss an die Selaginellaceen selbst ist zwar unwahrscheinlich und noch von keinem Forscher behauptet worden; schon die Struktur der Coniferen-Stämme mit ihren hofgetüpfelten Holzelementen und ihrem Dickenwachstum lässt sich mit den bei den Selaginellaceen vorliegenden Verhältnissen nicht vereinigen. Wohl aber haben wir in den Selaginellaceen als einer der beiden überlebenden Formen der *Lycopodiales ligulatae* Verwandte der Lepidodendraceen vor uns, bezüglich deren bereits von SEWARD (5) von völlig anderen Gesichtspunkten ausgehend wahrscheinlich gemacht wurde, dass sie in die Aszendenz der Coniferen gehören.

Wird nun die Abstammung der Coniferen, gleichviel welcher Gruppe derselben, von den *Lycopodiales ligulatae* angenommen, so ergibt sich die Homologie, dass die Tragschuppe der *Abietineae* dem Makrosporophyll, die Fruchtschuppe der Ligula homolog sein muss (6). Der weibliche Coniferen-Strobilus ist daher keine Inflorescenz, sondern eine Blüte.

Nach MEZ und GOHLKE (7)ist es daher überwiegend wahrscheinlich, dass die Gymnospermen diphyletisch sind; und zwar leiten sich die *Cycadales* und *Bennettitales* von den *Cycadofilices* , die *Coniferales* von den *Lycopodiales ligulatae* ab.

Wenden wir uns jetzt den Angiospermen und deren phylogenetischer Ableitung zu, so stossen wir auf eines der schwierigsten Probleme der gesamten Systematik. Letzten Endes spitzt sich die Frage darauf hinaus zu, unter den grössten Gruppen der Angiospermen diejenige herauszufinden, welche als die ursprünglichste zu gelten hat.

Wenn wir hierbei von den Monocotyledonen ab sehen, so kommen in der Hauptsache nur zwei Möglichkeiten infrage: entweder die Monochlamydeen oder die Polycarpicae müssen die ursprünglichsten Dicotylen sein.

A. BRAUN (8) baute sein System auf in der an sich wahrscheinlichen Meinung, dass die höheren Pflanzen genau ebenso sich vom einfachen zum komplizierten Bau entwickelt hätten, wie dies bezüglich der niederen Pflanzen feststeht (9). EICHLER (10) und ENGLER (11) folgen diesen Anschauungen. EICHLER beginnt die Angiospermen mit den *Amentales*, ENGLER mit den *Verticillatae*. ENGLER (11) betrachtet ausdrücklich die typischen achlamydeischen und haplochlamydeischen Blüten als "niedere", primäre Ausbildung, und die phylogenetische Ursprünglichkeit der *Ranales* wird mit folgenden Worten abgelehnt:"Es ist namentlich nicht zuzugeben, dass Familien mit durchweg windblütigen Pflanzen ohne Blütenhülle oder mit einfacher, sich aus insektenblütigen mit einfacher oder doppelter Blütenhülle entwickelt haben".

WETTSTEIN (12) vertritt ebenfalls die Ansicht, dass die Monochlamydeen unter den Angiospermen primär seien. Es sind im wesentlichen dieselben Gründe, die für WETTSTEIN wie für ENGLER bestimmend sind. Doch erscheint ENGLER hierbei wesentlich konsequenter insofern, als er sich nicht klar über die Stellung der Monocotyledonen ausspricht, während WETTSTEIN in dieser Frage seinen Standpunkt bezüglich der Wertung der Apetalen als primärste Angiospermen verlässt und plötzlich an deren Stelle die Ranales setzt.

Wenn es nun, wie oben dargestellt wurde, feststeht, dass der Coniferen-Strobilus kein Blütenstand, sondern eine Blüte ist, so wird auch die Hauptstütze für die Hypothese der Ursprünglichkeit der extremen Monochlamydeen fallen. Nach KIRSTEIN (13) sucht WETTSTEIN, als der konsequenteste Vertreter der Erklärung

des weiblichen Abietineen-Zapfens als Infloreszenz, folgerichtig den Anschluss der Angiospermen an die Gymnospermen nicht bei den *Ranales*, sondern bei den *Amentales*. Es ist einleuchtend, dass man nur die Infloreszenz, nicht die Blüte von *Casuarina, Betula* etc. mit dem Coniferenzapfen vergleichen kann, wenn man in den *Amentales* die primärsten Angiospermen sehen will.

Die Annahme, dass die *Ranales* die ursprünglichsten der Angiospermen seien, stammt von HALLIER (14). Das Grundlegende in seinem System ist die Anschauung, dass sich Formenkreise mit einfachem Blütenbau von solchen mit komplizierterem, ja reichstem Blütenbau phylogenetisch ableiten: das Reduktionsprinzip.

LANGE (15) sagt über HALLIER folgendes: "Die Stabilisierung dieses Reduktionsprinzips ist aber der einzige wichtige Fortschritt, der mit dieser Systembildung erzielt wurde. Dieser Gedanke hat sich als überaus fruchtbar herausgestellt, seine Anwendung auf die systematische Einteilung darf aber nicht mit der Unbekümmertheit um alle bisherigen durch Morphologie und Entwickelungsgeschichte zutage geförderten Forschungsergebnisse erfolgen, wie dies von HALLIER und (ihm mit grosser und ausgesprochener Reserve folgend) LOTSY geschieht. Nur die vergleichende Anatomie wird von HALLIER anerkannt, aber in einer Weise benützt, die berechtigte Kritik herausfordern muss".

Es würde zu weit führen, näher auf diese Hypothese einzugehen; ich wende mich nun den Monokotyledonen und deren phylogenetischem Ursprung zu, der eng verknüpft ist mit dem der Angiospermen.

In der Hauptsache handelt es sich bei diesem Problem um vier Hypothesen:(16)

1) Die Möglichkeit der Ableitung der Dicotyledonen von den Monocotyledonen wurde in neuerer Zeit allein von CELAKOWSKY vertreten.

2) Für die Stellung der Monocotylen am Ende des Angiospermen-Systems traten insbesondere ein: NÄGELI, DRUDE, FRITSCH, PFITZER, G. KARSTEN.

3) Eine entwickelungsgeschichtliche Parallelstellung von Dicotyledonen und Monocotyledonen nahmen unter anderen an: KNY, WARMING, ENGLER, NAWASHIN, BESSEY, COULTER und CHAMBERLAIN.

4) Für eine phylogenetische Ableitung der Monocotyledonen von den Dicotyledonen äusserten sich u. A. STRASBURGER, SARGANT, DELPINO, FLAHAULT, HALLIER, JEFFREY, ARBER und PARKIN und WETTSTEIN.

Zu 1). - Die Vorausstellung der Monocotyledonen vor den Dicotyledonen wäre nur begründet, wenn sich diese Klasse entschieden niedriger erweisen würde als jene der Dicotyledonen, oder wenn die Abstammung der letzteren von den Monocotyledonen aus anderen, speziellen Gründen wahrscheinlich gemacht werden könnte Beide Voraussetzungen sind aber durch die Morphologie nicht gegeben

Zu 2). - Von den Vertretern dieser Auffassung liegt mir die Arbeit von FRITSCH (17) vor. Dieser Forscher leugnet nicht eine tatsächliche Verwandtschaft der *Helobiae* mit den *Ranales*, aber nicht in dem Sinne, dass die *Alismataceae, Butomaceae* u.s.w. etwa von den jetzt lebenden Formen der *Ranunculaceae* und *Nymphaeaceae* abzuleiten wären, sondern dass beide Gruppen auf einen gemeinsamen Ursprung zurückzuführen sind. Er weist die Theorie HALLIER's von sich, als weit über jene Grenze hinausgehend, bis zu welcher wir mit unsern heutigen Kenntnissen überhaupt Schlüsse über die Phylogenie der höheren Pflanzen ziehen können FRITSCH schliesst seine Ausführungen mit den Worten: "Der enge Anschluss der Dicotyledonen an die Gymnospermen in vielfacher Beziehung ist aber unläugbar; folglich kommt die natürliche Verwandtschaft nur dann zum Ausdruck, wenn wir di- Dicotylen an die Gymnospermen anreihen und die Monokotylen an den Schluss des ganzen Pflanzensystems stellen".

Über den Anschluss der Dikotylen an die Gymnospermen kann heute keinerlei Zweifel mehr sein; warum FRITSCH aber die Monocotylen an das Ende des Systems stellen will, ist aus seiner Arbeit nicht entnehmbar. Die Geologie gibt nach ihm über diese Frage keine genügende Auskunft; es bliebe also nur die von ihm erwähnte Chalazogamie als ausgebend für seine Stellungnahme. Dass diese nur ein besonderer Fall der Aporogamie ist (17) und bei dem gesamten Verwandtschaftskreis der abgeleiteten Familien des Centrospermen-Astes vorkommt (18) aber auch anderen

zum Teil sehr weit entfernten Familien (z.B. den Rosaceen *Alchemilla, Sibbaldia*) zukommt (17), ist bekannt. Darin aber einen Hinweis auf nähere Verwandtschaft mit den Gymnospermen, bei denen irgend ähnliche Befruchtungs-Verhältnisse überhaupt nicht vorkommen, zu sehen, erscheint gänzlich abwegig. Die Verzögerung der eintretenden Kopulation, welche man als Vergleichsmoment herangezogen hat und in der man "einen gewissen Grad der Selbständigkeit des Homologons des Gametophyten - und das ist ja das austreibende Pollenkorn ebenso wie der Embryosack -" sehen wollte (19) hat bei den aperogamen Dicotylen und den Gymnospermen völlig verschiedene Ursachen. Die bei der Chalazogamie am stärksten zum Ausdruck kommende parasitäre Ernährungsweise des sich zur Befruchtung anschickenden Pollenschlauches erscheint mir gerade das Gegenteil zu den einfachen bei den Gymnospermen vorliegenden Verhältnissen darzustellen und sehr viel mehr für die weite Abgeleitetheit der chalazogamen Formen als für deren Anlehnung an die Gymnospermen zu sprechen.

Nehmen wir aber selbst mit FRITSCH an, die Chalazogamie sei ein Zeichen für Ursprünglichkeit, so könnte daraus doch nur geschlossen werden (wie dies oft geschehen ist), dass die chalazogamen Familien an die Basis der Angiospermen zu stellen seien. Den Monocotylen aber die Stelle an der Spitze des Systems anzuweisen weil sie, wie die übergrosse Menge der Dicotylen, nicht chalazogam sind, ist zweifellos gewagt.

Zu 3). - Die phylogenetische Parallelstellung von Mono- und Dikotyledonen wird von einer grossen Zahl von Forschern, die sich mit diesem Problem beschäftigt haben, vertreten; über den Ursprung der beiden grossen Abteilungen sind sie sich jedoch durchaus nicht einig.

DRUDE (20) leitet die Dikotylen von den Gymnospermen ab, die Monocotyledonen aber von unbekannten ausgestorbenen Zwischengliedern und beide indirekt von den Pteridophyten.

COULTER (21) stellt die Gymnospermen neben die Angiospermen und leitet diese Gruppen überhaupt nicht voneinander ab.

ENGLER (22) fasst seine Ansichten über den Entwickelungsgang der Monocotyledonen in die Worte zusammen: "Sie müssen mit den Dikotyledonen einen gemeinsamen Ursprung haben, sind aber schwerlich von einer der heute lebenden Gymnospermen-Reihen abzuleiten; die Monocotyledonen sind den Dicotyledonen gleichwertig; es ist unmöglich, die einen auf die andern zurückzuführen".

WETTSTEIN (23) nimmt zu der phylogeretischen Parallelstellung der Mono- mit den Dicotyledonen mit klaren Worten folgendermassen Stellung: "Eine vollständig getrennte phylogenetische Ableitung beider Gruppen erscheint in Anbetracht ihrer grossen Übereinstimmung in wesentlichen Organisations-Eigentümlichkeiten untunlich. Speziell der Bau der Blüten, jener der Sexualorgane, der Verlauf der Befruchtung etc. zeigen so bedeutende Ähnlichkeiten bis in die feinsten Details, dass es entschieden zu weit gegangen wäre, wenn man die Übereinstimmungen bloss als Ergebnis konvergenter Entwickelung ansehen wollte".

Zu 4). - Die vierte Hypothese nimmt die phylogenetische Ableitung der Monocotyledonen von den Dicotyledonen an. Für STRASBURGER (24) ist entscheidend, dass ein Übergang von den Gymnospermen direkt zu den Monokotyledonen völlig ausgeschlossen erscheint; dass dagegen eine Anknüpfung dikotyler Pflanzen an die Gymnospermen nicht ganz aussichtlos sein dürfte. Als Ausgangspunkt der Angiospermen-Entwickelung lässt er die *Polycarpicae* gelten.

WETTSTEIN (23) erklärt sich dahin, dass die Ableitung der Monokotyledonen von den Dikotyledonen keine prinzipiellen Schwierigkeiten verursche unter der Voraussetzung, dass eine sehr frühe Abzweigung der Monokotyledonen angenommen wird. Dabei weisen alle derartigen Versuche zunächst auf eine Gruppe der Dikotyledonen, und zwar auf die Reihe der *Polycarpicae* hin.

HALLIER (25) leitet die Monokotyledonen von den Dikotyledonen ab, und zwar von seinen *Proberberideae*.

ARBER und PARKIN (26) kommen zu dem Schluss, dass die apetalen Familien, wie die *Piperales, Amentales* und *Pandanales* nicht als ursprüngliche Angiospermen

betrachtet werden können. ENGLER's Theorie wird aus mehreren Gründen beanstandet. erstens setzt sie voraus, dass das Perianth de novo entstanden und ein Organ sui generis sein muss ARBER und PARKIN vermuten das Gegenteil, dass das Perianth eine alte Bildung ist, welche bereits die Fruktifikation der unmittelbaren Vorfahren der Angiospermen besass. Zweitens stehen die sogenannten ursprünglichen Blüten der oben erwähnten Familien ausnahmslos in komplizierten und hoch entwickelten Infloreszenzen, die wir nicht als ursprünglich betrachten können. Drittens ist diese Theorie phylogenetisch unfruchtbar, denn sie liefert keinen Schlüssel zu den Vorfahren der Gruppe, wenn ihr auch das Verdienst der Einfachheit nicht abzusprechen ist; ebenso wenig bestrebt sie sich, die rezenten Angiospermen in eine Entwickelungslinie mit den fossilen Pflanzen früherer Perioden zu bringen

ARBER und PARKIN betrachten die Angiospermen als eine im wesentlichen monophyletische Gruppe, wobei die Monokotyledonen in einer sehr frühen geologischen Periode vom Dikotylenstamm, und zwar wahrscheinlich von der Formenreihe der *Ranales* abzweigten.

SARGANT (27) kommt in ihrer Betrachtung, ob die Angiospermen mono- oder polyphyletisch seien, zu dem Schluss, sie seien monophyletisch in Hinsicht der vielen gemeinsamen Merkmale, die keiner andern Pflanzengruppe zukommen als den Angiospermen. Sie erwähnt die Keimung des Embryosacks, die Geschichte des Endosperms, die beiden Gruppen gemeinsamen Karpelle und die gemeinsamen Blüten. Dass alle diese gemeinsamen Merkmale von verschiedenen Vorfahren durch Konvergenz entstanden sein sollten, würde eine Reihe von Zufällen erfordern, die unwahrscheinlich und unbegreiflich wären.

Wenn nun die Angiospermen monophyletischen Ursprungs sind, so müsste nach SARGANT die primitive Form der Angiospermen alle diejenigen Merkmale haben, die Mono- und Dikotyledonen gemeinsam sind, aber auch vor allem diejenigen Merkmale, in denen sie sich am praegnantesten unterscheiden. Wenn es gelingen würde, eine derartige Form zu rekonstruieren, würde der zweifellose Beweis erbracht sein, welche von den beiden Gruppen die ursprünglichere ist.

Verhältnismässig leicht ist es, sich die Blüte dieser primitiven Angiospermen zu rekonstruieren. SARGANT stimmt mit ARBER und PARKIN darin überein, dass diese Blüte ein fertiges Gebild sei mit zahlreichen Blumenblättern, Staubblättern und Karpellen, alles auf der Axe spiralig in akropetaler Folge angeordnet; solche Blüten kommen z.B. bei lebenden Arten der *Magnoliaceae* und andern Gliedern der *Ranales* vor (28). In dieser hypothetischen Blüte treffen sich die gemeinsamen Merkmale der Mono- und Dikotyledonen; es bleiben nun noch zu besprechen die Merkmale, welche beide Gruppen voneinander unterscheiden.

SARGANT (29) nennt vor allem zwei Unterscheidungsmerkmale, welche am vollkommensten diese beiden Gruppen auseinanderhalten, nämlich die Anatomie des erwachsenen Stengels und die Zahl der Kotyledonen. Waren nun die primitiven Angiospermen mehr den Mono- oder den Dicotylen ähnlich?

Die Verschiedenheit der Stengelkonstruktion bei den Dikotyledonen und Monokotaledonen ist auf das Vorhandensein oder Fehlen eines aktiven Cambiums zurückzuführen. Dikotylen, bei denen die Cambium-Tätigkeit erloschen ist, zeigen, wie dies HOLM (30) für *Podophyllum* nachgewiesen hat, nicht nur zertreute Anordnung der Gefässbündel, sondern auch amphivasale Struktur, welche entsteht durch die Anastomose benachbarter tordierter collateraler Bündel, was natürlich nicht vorkommen kann, wenn ein Cambiumring die Phloemteile der in einem Kreis liegenden Bündel nach aussen, die Xylemteile nach innen hält. Da nun fast alle Dikotylen aktives Cambium haben, jedoch keine einzige Monocotyle, so stellt sich jetzt die Frage, ob primitive Angiospermen ein Cambium besessen haben oder nicht Sie müssen aber mit einem solchen versehen gewesen sein, denn bei fossilen Pteridophyten und bei den rezenten Gymnospermen finden wir ein Cambium Es ist vorläufig gleichgiltg, ob sie von da oder dort sich ableiten.

Dass das Vorhandensein des Cambiums der ältere Zustand ist, geht ferner aus dem Vergleich der Strukturen des Stengels bei Dikotylen und Monocotylen hervor. Der primäre Stengel der Dikotylen zeigt dieselbe Struktur wie der erwachsene und

keine Monocotylen-Eigenschaft. Bei den Monocotylen dagegen zeigt sich der charakteristische Typ erst im älteren Stamme, und oft sind noch Reste der Dikotylen-Struktur nachweisbar, sei es in Cambiumresten oder in der Anordnung der Bündel. So sind die Gefässbündel der Sämlingsinternodien collateral und enthalten oft Spuren eines Cambiums. Bei solchen Formen, bei welchen ihre Anordung genügend deutlich ist (d.h. bei den selteneren Formen, bei denen die ersten Internodien gut entwickelt sind) liegen die Bündel gewöhnlich in einem einzigen Kreis und sind wie bei den Dicotylen orientiert (31) und zeigen sogar ein kurzlebiges Cambium. Spuren eines Cambiums in den Gefässbündeln von Monocotylen sind mehrfach beobachtet worden. Miss ANDERSSOHN (32) stellte ein Cambium fest bei 13 Arten von monocotylen Sämlingen; am besten erschien es bei *Zea, Typha, Lilium* und *Dracaena*. SARGANT (33) fand 10 ausgeprägte Fälle, die zu 8 Gattungen gehörten. Die beste Entwickelung eines Cambiums beobachtete sie im Hypocotyl von *Yucca arborescens*. Bei *Yucca gloriosa* und *Yucca aloifolia* konnte sie es ebenfalls deutlich feststellen; auch bei *Milla, Dipsadi, Galtonia, Albuca* und *Fritillaria* erscheint ein Cambium in den Cotyledonarbündeln. *Elettaria* und *Musa* lassen es in den Bündeln des ersten uns zweiten Blattes erkennen. QUEVA (34) fand in den Knollen von *Gloriosa superba* ein aktives Dickenwachstum verursachendes Cambium. QUEVA erwähnt dann auch nach SARGANT (34), dass das Vorhandensein einer Cambiumzone in den Gefässbündel gewisser Monocotylen zeigt, dass wir sie logischer Weise von den primitiven Dicotylen durch frühen Verlust des Cambiums und Vermehrung der Zahl der aus jedem Blatte eintretenden Bündel abgeleitet betrachten dürfen.

SARGANT (35) schliesst diesen Abschnitt ihrer Betrachtungen über das Cambium mit den Worten: "Also müssen die primitiven Angiospermen ein Cambium besessen haben, welches in der einen Linie ihrer Nachkommen gänzlich verloren gieng".

Was nun die Kotyledonen anbetrifft, so steht es fest, dass keine einzige Monocotyle zwei Kotyledonen hat, dagegen finden sich bei den Dicotylen Fälle mit nur einem Kotyledon, wenn auch selten. SARGANT (35) fand nicht ganz 20 Spezies, die sich auf die Familien der *Ranunculaceae, Fumariaceae, Umbelliferae, Primulaceae, Lentibulariaceae, Nyctaginaceae* und vielleicht auf die von HILL (36) beschriebenen *Peperomia*-Arten verteilen.

Der Besitz des einen Kotyledon ist allgemein bei den Monocotyledonen und der Besitz von 2 Kotyledonen ist annähernd allgemein bei den Dicotyledonen. Die Frage stellt sich nun wieder, ob die primitiven Angiospermen einen oder zwei Kotyledonen hatten.

Vergleichen wir nun die lebenden Angiospermen in dieser Beziehung mit anderen Pflanzen, in erster Linie mit den Gymnospermen. Von diesen haben 2 Kotyledonen die *Gnetaceae*, die *Cycadaceae* die ausgestorbenen *Bennettitteaceae*, *Ginkgo* die *Cupressineae* und die *Taxaceae*. Mehr als 2 sind bei den *Abietineae* und *Taxodineae* gefunden worden. Von den *Araucarieae* haben *Agathis* 2, *Araucaria* 4 Kotyledonen. Häufig finden wir also bei den Gymnospermen 2 Kotyledonen; ein Kotyledon ist unbekannt. Die polykotylen Gymnospermen haben wahrscheinlich ihre Mehrzahl an Kotyledonen durch Spaltung von 2 erhalten(37). Also lässt der Vergleich mit den Gymnospermen in dieser Beziehung die Annahme zu, dass die 2 Kotyledonen den Angiospermen von ihren Vorfahren überliefert wurden.

Als weitere Stütze für obige Annahme zieht SARGANT die Embryologie an. Es wird die Embryo-Entwickelung von *Capsella* und *Alisma* verglichen. Die Kotyledonen sind die ersten permanenten Organe, welche im Proembryo entwickelt werden. Die Vegetationspunkte von Wurzel und Stengel (Plumula und Radicula) erscheinen später. Dies ist der reguläre Verlauf bei Mono- und Dikotylen. Abgesehen von solchen Formen wie *Cuscuta* (38) finden sich die einzigen Ausnahmen bei den Papaveraceen. Bei *Roemeria refracta* und *Hypecoum procumbens* erscheint der Vegetationspunkt zu gleicher Zeit wie die Kotyledonen (39).

Das freie Ende des Embryo vergrössert sich in beiden Fällen. Bei *Capsella* gabelt es sich in 2 Kotyledonen; bei *Alisma* bildet sich das Ganze zum einzigen Kotyledon um. Die Vegetationsspitze der Wurzel erscheint auf dem anderen Ende des Embryos, diesen vom Suspensor trennend, in beiden Fällen in gleicher Weise.

Die Vegetationsspitze des Stengels erscheint bei *Capsella* zwischen den Kotyledonen, bei *Alisma* jedoch seitlich des Proembryo gerade unterhalb des einzigen Kotyledo

Die einfachste Interpretation dieser Vorgänge ist sicherlich, dass die einfache Anlage bei den Monocotylen bleibt, bei den Dicotylen sich teilt Demnach wären die Monocotylen die ursprünglichen, die Dicotylen die abgeleiteten Formen.

Die Hauptschwierigkeit in der Annahme dieser Lösung ist jedoch, dass der Kotyledo von *Alisma* eine terminale Bildung ist; die beiden Kotyledonen von *Capsella* müssten nun als Spaltungsprodukte eines terminalen Gliedes betrachtet werden. Kann nun, so frägt SARGANT (39) ein vom ganzen Vegetationspunkt gebildetes Glied als ein wirkliches Blatt betrachtet werden? An der Blattnatur der Kotyledonen ist nicht zu zweifeln; so tritt auch hier wieder die Frage nach den terminalen Blättern entgegen und muss ohne Zögern in derselben Weise entschieden werden wie an den andern Stellen der Morphologie dies einmütig geschehen ist Es ist als sicher anzusehen, dass der terminale Kotyledo von *Alisma* nicht ursprünglich terminal war, sondern durch Hemmung der Anlage des Stengel-Vegetationspunktes terminale Stellung angenommen hat, denn bei den *Commelinaceae* und *Dioscoreaceae* ist der Kotyledon lateral und der Stengel-Vegetationspunkt ist terminal angelegt Bei *Tamus (Dioscoreaceae)* biegt sich der Kotyledon nachträglich über den wenig entwickelten Stengel-Vegetationspunkt und scheint dadurch terminal zu sein Auch spricht dafür der Umstand, dass bei *Pistia* auch die ersten 7 oder 8 Laubblätter angelegt werden bevor der Vegetationspunkt vorhanden ist, und dass diese alle scheinbar terminal entstehen Dennoch zweifelt niemand an der Blattnatur dieser 7 - 8 Laubblätter

Da nun der einzige Kotyledon der ancestralen Monokotylen lateral war, fragt es sich, ob er sich in Deszendenz von einem einzigen lateralen Kotyledon der primitiven Angiospermen ableitet. Falls dies zutrifft, müssten die 2 Kotyledonen des Dikotylen entstanden sein durch Spaltung eines einzigen lateralen Gliedes, oder durch Zufügung eines zweiten Kotyledons zu dem vorhandenen.

Falls dagegen die primitiven Angiospermen zwei Kotyledonen hatten und der einzige Kotyledon der Monocotylen lateral ist, muss dieser durch Abort des zweiten oder durch Fusion der beiden Kotyledonen der primitiven Angiospermen entstanden sein.

Wie verhalten sich nun zu diesen Möglichkeiten die Dikotylen mit einem Keimblatt?

SCHMID (41) untersuchte von diesen *Ranunculus Ficaria, Corydalis cava* und *Carum bulbocastanum*. Wie ist hier der eine Kotyledon entstanden, durch Fusion oder durch Unterdrückung? - Die Ansichten sind geteilt; SCHMID nimmt an durch Unterdrückung, STERCKS (42) bei *Ficaria* durch Fusion. Es ist keine Entscheidung zu erzielen.

Aus dem Dargestellten folgt: 1. der Vergleich mit den Gymnospermen lässt die Annahme zu, dass die primitiven Angiospermen 2 Kotyledonen hatten; 2. die Entwickelung des Embryo im Embryosack gibt keinen entscheidenden Aufschluss über die Frage nach dem Alter der Formen.

Indem ich im wesentlichen SARGANT's Darstellung weiter folge, sei ferner untersucht, ob die Keimung vielleicht Aufschluss über die strittige Frage gibt.

Jeder Keimling durchläuft eine Periode, in der er, da die Plumula noch sehr klein ist, aus den Kotyledonen, dem Hypokotyl und der primären Wurzel besteht. In diesem Stadium differenziert sich das Gefässbündel-System, an welchem zunächst die Plumula-Bündel keinen Teil nehmen (43). So einfach dieses primäre Gefässbündel auch ist, so ist es doch variabel, und gewisse Typen sind charakteristisch für gewisse Genera oder gar für ganze Familien. Liesse sich nun nachweisen, dass der primitivste Typus der Monokotylen derselbe ist, wie der primitivste Typus der Dikotylen, so würde man hieraus folgern können, dass dieser Typ bei den primitiven Angiospermen vorhanden war.

Der Typus für die Monokotylen ist von SARGANT in *Anemarrhena* gefunden worden, und für die Dikotylen haben TAUSLEY und THOMAS (44) einen gewissen Typus

aufgestellt, den sie für primitiv in dieser Gruppe halten. Beide Typen sehen sich sehr ähnlich. SARGANT schliesst daraus, dass dieser Typus den primitiven Angiospermen eigen gewesen sei. Daraus folgt als Wichtigstes, dass die Sämligsstruktur der Monokotylen bilateral symmetrisch ist wie die der primitiven Dikotylen. Bilateral symmetrisch würden dann auch die primitiven Angiospermen sein, folglich dikotyl.

Dies wird weiter durch folgende Tatsachen bewiesen: Charakteristisch für die Sämlings-Gefässbündel der Dikotylen ist der diarche und der tetrarche Typus. Die bilaterale Symmetrie des Gefässbündel-Systems im Hypokotyl rührt daher, dass jeder Kotyledon die Hälfte dazu liefert. Man kann nicht sagen, welcher Typus der primitive ist, der diarche oder der tetrarche, doch ist nach der tetrarchen Hypokotyl-Struktur der Gymnospermen zu schliessen, dass der tetrarche Typus der primitivere ist. Auch im Falle, dass der diarche Typus der ältere wäre, würde doch aus dem Vorhandensein von 2 Kotyledonen die Tatsache hervorgehen, dass das Gefässbündelsystem des Dikotylen-Hypocotyls bilateral-symmetrisch ist.

Bei den Monocotylen gelang es SARGANT, einen Typ herauszufinden, der als primitiv gelten kann. die oben bereits erwähnte Asphodelee *Anemarrhena* könnte ihrer Meinung nach nicht nur für die Liliaceen, sondern vielleicht auch für alle Monokotylen als primitiv gelten (45).

Anemarrhena hat in ihrem Cotyledon über dessen ganze Länge zwei Gefässbündel, die in dem auf dem Querschnitt elliptischen Organ ungefähr in den Brennpunkten liegen. Diese Gefässbündel treten in das ganz kurze Hypocotyl ein, dessen Gefässbündelsystem also symmetrisch ist. Später, beim Übergang zur Wurzel, wird die Anordnung durch Teilung von Xylem und Phloem tetrarch, was nach Miss SARGANT ebenfalls für die Ursprünglichkeit des tetrarchen Typus spricht. SARGANT schliesst nun aus dem Umstand, dass das Hypokotyl bei *Anemarrhena* ein symmetrisches Gefässbündel hat, und dass die Symmetrie des Gefässbündelsystems des Dikotylen-Hypokotyls seine Symmetrie der Anwesenheit zweier Kotyledonen verdankt, dass auch bei *Aenmarrhena* diese Symmetrie durch zwei Kotyledonen bedingt wird, dass also der Kotyledon von *Anemarrhena* in der Tat ein Verwachsungsprodukt zweier Kotyledonen ist (46).

Demnach ist der strikte Beweis dafür geführt, dass die primitiven Angiospermen ein Kambium besessen haben; es ist höchst wahrscheinlich gemacht, dass bei ihnen zwei Kotyledonen vorhanden gewesen sind. Nach den embryologischen Daten ist gleichfalls überwiegend wahrscheinlich, dass der eine Kotyledon der Monokotylen aus einer Fusion des ancestralen Kotyledonen-Paares entstanden ist.

Noch von einer anderen Seite können wir, im wesentlichen SARGANT folgend, das Problem anfassen. Dabei ist es zunächst belanglos, welcher Ansicht bezüglich der Cotyledonar-Zahl wir folgen. Ein Zweig der primitiven Angiospermen-Abkömmlinge hat die ursprüngliche Zahl geerbt, der andere hat sie nach seiner Art umgewandelt. In jedem Fall muss eine Ursache für die Wandlung vorhanden gewesen sein und die Umwandlung würde nicht lebensfähig gewesen sein, hätten nicht Umstände vorgeherrscht, unter welchen die neue Struktur in mancher Hinsicht der alten vorzuziehen war.

Es soll nun untersucht werden, welche Umstände dazu geführt haben, die Kotyledonen-Zahl und die Stengel-Anatomie (um nur die Haupt-Merkmale zu behandeln) bei dem einen Deszendenten zu verändern. LYON (47) vertritt die Anschauung, die Zweizahl der Kotyledonen sei entstanden durch Spaltung eines einzigen. Als Ursache für die Spaltung sieht er den Umstand an, dass ein gespaltener Kotyledon beim Freiwerden aus dem Samen von Nutzen sein könnte, im Übrigen wird kein Versuch gemacht, die Stengel-Anatomie der Dikotylen oder irgend ein anderes ihrer wichtigeren Merkmale mit der Form ihrer Keimlinge in Beziehung zu bringen. Die Theorie, welche die Monokotylen als Stammformen der Dikotylen ansieht, hat sich als unfruchtbar erwiesen.

Die wenigen Autoren, welche in früheren Zeiten die Monokotylen aus den Dikotylen entstanden sich vorstellten, nahmen in der Mehrzahl an, dass bei dieser Abstammung der eine Kotyledon durch Abort verloren gegangen sei.

Die wichtigste Arbeit der letzten Jahre, die dies Thema behandelt, stammt von HENSLOW (48). Er stellt 3 Behauptungen auf und sucht sie durch viele Beweise zu erhärten:

1) Die Monokotylen sind von einer dikotyledonären Stammform abzuleiten, die 2 Kotyledonen, ein richtiges Kambium und einige andere Merkmale der Dikotylen besessen haben müssen.

2) Der eine Kotyledon der Monokotylen stellt einen von den zwei Kotyledonen dar, welche die Stammform besass; der andere ist abortiert.

3) Die charakteristischen Merkmale der Monokotylen entwickelten sich während des einen oder mehrerer Zweige des alten Stammes an einen Wasserzustand.

Die Kritik zu 1) erübrigt sich in Anbetracht der vorausgehenden Ausführungen; Punkt 2) und 3) müssen näher erläutert werden.

HENSLOW geht davon aus, dass 33% der monokotylen Familien Wasserpflanzen sind gegenüber 4% bei den Dikotylen. Wenn eine Gruppe oder Familie nur Wasserpflanzen enthält, so ist der Schluss zulässig, dass der gemeinsame Vorfahr auch Wassertypus hatte. Wenn dagegen eine grosse Minderheit von Wasserfamilien innerhalb einer Gruppe besteht, mag die Abstammung von einem Wassertyp aus anderen Gründen ebensogut erklärt werden.

HENSLOW sammelt nun eine Menge Material, das zeigen soll, dass charakteristische Merkmale der Monokotylen sich hauptsächlich und ausschliesslich bei Wasserformen der Dikotylen finden, wenn sie überhaupt bei letzteren festgestellt werden Einem ähnlichen Gedankengang begegnet man auch, unabhängig von HENSLOW, bei der Besprechung der Polystelie von *Gunnera* durch ANTON K. SCHINDLER (49). - Diese Theorie hat keine allgemeinere Zustimmung gefunden, davon aber, dass sie widerlegt sei, kann nicht gesprochen werden.

Ferner ist in der Frage nach der Entstehung der Monokotyledonie aus dikotylem Bau auf die Arbeit von HILL (50) zu verweisen. HILL fand bei einer Spezies von *Peperomia* 2 Kotyledonen, von denen der eine hypogäisch ist und als Saugorgan dient, während der andere Aussehen und Funktion eines Laubblattes hat. Die Art hat ausgeprägt geophile Struktur; die Samen keimen in schwammigem, krautigem Untergrund, sie sind klein und ihr vaskuläres Gewebe ist so reduziert, dass sie an Samen von Wasserpflanzen, z.B. von *Alisma* erinnern.

HILL nimmt nun an, dass die Monokotylen durch eine Arbeitsteilung ihrer Kotyledonen, wobei der eine zum Saugorgan wurde, während der andere seine assimilatorische Funktion beibehielt, aus den Dikotylen hervorgegangen seien, etwa in der Weise, wie die geophilen "monokotylen" *Peperomia*-Arten aus den dikotylen. Er will damit die Monokotylen nicht von *Piperaceae* ableiten, hält vielmehr die Monokotyledonie der geophilen *Peperomia*-Arten für eine erst vor verhältnismässig kurzer Zeit erworbene Eigenschaft.

SARGANT (51) weist diese Anschauung zurück mit dem Hinweis, dass, wenn der zweite Kotyledon tatsächlich in die Form eines ersten Laubblattes übergegangen wäre, doch noch einige Spuren von Kotyledonar-Anatomie bei ihm gefunden werden müsste, was nicht der Fall ist.

Wie oben ausgeführt wurde, ist durch vergleichende Studien an Monokotylensamen durch SARGANT wahrscheinlich gemacht worden, dass der einzige Kotyledon der Monocotylen durch Fusion des Kotyledonar-Paars ihrer Vorfahren entstanden ist. Diese Fusion allerdings stelle eine Anpassung an geophile Lebensweise dar.

Nach einer eingehenden Charakteristik der Geophyten und ihrer Lebensweise kommt SARGANT auf die Keimung der Geophyten zu sprechen. Für sie bezeichnend ist unter anderem die Zeitspanne, welche zwischen Aussaat des Samens und dessen Keimung vergeht und welche verursacht wird durch den sehr unreifen Zustand des Embryos in diesen Samen. Bei den durch Fusion der Kotyledonen ausgezeichneten Dikotylen ist ausgesprochen geophile Lebensweise, insbesondere Keimung, zu beobachten, sodass der Schluss nahe liegt, auch die Fusion der Monokotylen-Keimblätter zu dem einzigen Kotyledo derselben könne Folge geophiler Lebensweise der Stammformen gewesen sein.

Es ist bemerkenswert, dass auch die besondere Stengel-Anatomie der Monokoty-

len mit Anpassung an geophile Lebensweise zusammengebracht werden kann.

HOLM (52) beschreibt den Sämling von *Podophyllum peltatum*. Seine Kotyledonen sind zu einem langen Tubus vereinigt; die vaskuläre Symmetrie erinnert an die Monokotylen. Die Anatomie des aufrechten Stengels der erwachsenen Pflanze hat Monokotylen-Charakter. Die Grundblätter sind netzadrig, ihre Blattstiele sind an der Basis zu einer Scheide erweitert, aus der einige Gefässbündel in die unterirdische Knospe einmünden. HOLM hat gezeigt, dass die zerstreute Anordnung der Gefässbündel des Stengels dieser Einrichtung zuzuschreiben ist. Die Bündel der aufrechten Stengels haben ihr Cambium verloren, sie sind geschlossen wie die der Monokotylen. Jedoch findet sich Cambium in den Bündeln der Rhizome, die in einem einzigen Kreis angeordnet sind, allerdings des Interfascikularcambiums entbehren.

Podophyllum peltatum trägt ausgesprochen geophilen Charakter. Die partielle Fusion der Kotyledonen und die Stengel-Anatomie kann sehr wohl als Anpassung an geophile Lebensweise gedeutet werden und eine zu den *Ranales* gehörige Form mit ähnlichen Eigenschaften könnte leicht völlig monokotyle Merkmale annehmen. Sie brauchte nur nicht die lateralen Untergrundschosse zu entwicken, die *Podophyllum peltatum* befähigen, sich im sumpfigen Grund seiner Heimat auszubreiten; die dicke Untergrundaxe könnte leicht zu einer Knolle erweitert werden mit einem frischen Wurzelansatz in jeder Vegetations-Periode. Die oberirdichen Schosse könnten in ihrer Höhe reduziert werden: eine solche Form, die auch die 3-zählige Blüte von *Podophyllum* hätte, würde nicht weit von einer wirklichen Monokotylen abstehen.

Nach dem Dargestellten ist es nun nicht schwer, den engeren Anschluss der Monokotylen an die Dikotylen genauer zu praecisieren; die Überzahl der Merkmale weist darauf hin, dass bei den *Magnoliaceae* die Abzweigungsstelle zu suchen ist. Von den Monokotylen kommen dabei die *Helobiae* als Bindglied in Frage. Als schon längst bekannte vereinigende Merkmale seien erwähnt:

Dreizähligkeit in den Wirteln der Blüte, besonders des Perianths, findet sich als Typ der Monokotylen, daneben aber auch bei einer grossen Zahl der *Ranales*-Familien;

Die für die niederen *Ranales* charakteristische Acyclizität der zahlreichen Staub- und Fruchtblätter kommt auch vielen *Helobiae* zu.

Grosse Ähnlichkeit in der Plazentation verbindet die *Butomaceae* mit den *Nymphaeaceae*.

Die Apocarpie ist gleichmässig für die *Ranales* wie für die *Helobiae* bezeichnend.

Im anatomischen Bau zeigen viele *Nymphaeaceae*, *Ranunculaceae* und *Berberidaceae* erhebliche Übereinstimmung.

Reduktion der Primärwurzel und Ausbildung von Adventivwurzeln nach Monokotylen-Art zeigen viele *Ranunaculaceae* und *Nymphaeaceae*.

Neuerdings sind nun noch mehrere Entdeckungen gemacht worden, die im Zusammenhang mit dem früheren die Ableitung der Monokotylen von den *Ranales* noch wahrscheinlicher machen.

R. E. FRIES (53) fand bei mehreren Gattungen der *Anonaceae* adossierte Vorblätter entweder in allen Regionen oder nur in der floralen. Diese adossierten Vorblätter gelten als typisch für die Monokotylen, während transversale Vorblätter bei den Dikotylen die Regel bilden. Adossierte Vorblätter fanden sich ausserdem noch bei Vertretern der *Nymphaeaceae* und *Aristolochiaceae*, wobei ich darauf aufmerksam mache, dass die in ihrer systematischen Stellung viel umstrittenen *Aristolochiaceae* auf sero-diagnostischem Weg (54) dicht neben die *Anonaceae* verwiesen wurden.

Des weiteren charakteristisch für die Übereinstimmung der Monokotylen mit den *Polycarpicae* ist nach PORSCH (55), dass diese beiden Gruppen auch im Nektarien-Typus übereinstimmen, und zwar besitzen sie gemeinsam Blattnektarien. Die Übereinstimmung geht so weit, dass wir für alle verschiedenen Fälle von Nektarienbildung unter den *Polycarpicae* Parallelfälle unter den Monokotylen wiederfinden.

Im Zusammenhang mit all' diesen Übereinstimmungen zwischen Monokotylen und *Ranales* verdient auch Beachtung, dass HOLMGREN (56) feststellte, dass bei *Butomus umbellatus* gewöhnlich zwar ein einzelliges, aber auch sehr häufig ein zweizelliges, selten ein 3 - 4-zelliges Archesporium vorhanden ist. Bei zweizelligem Archesporium beobachtete er einmal Tetradenteilung in beiden Zellen. Mehrzellige Archespore treten zwar sporadisch bei weit verschiedenen Pflanzengruppen auf, sind aber gerade bei den *Ranunculaceae* eine überaus häufige Erscheinung.

SERO-DIAGNOSTISCHER TEIL.

Zur Methode der Untersuchung.

Gleich meinen Vorgängern arbeitete ich nach den im botanischen Institut zu Königsberg im Gebrauch befindlichen Methoden der Präcipitation und Conglutination (57); als Versuchstiere wurden ausschliesslich Kaninchen verwendet, an denen die Impfungen intraperitoneal ausgeführt wurden.

Zu den mit Erfolg durchgeführten 9 Immunisationen wurden 25 Tiere gebraucht, was als sehr ungünstiges Ergebnis zu bezeichnen ist. Die Immunisationen mit Monokotylen-Eiweiss erfolgten im allgemeinen langsamer und weniger vollkommen, als solche mit Eiweiss-Extrakten aus vielen anderen Gruppen der höheren Pflanzen Insbesonere habe ich grosse Schwierigkeiten bei der Immunisation mit Gramineen-Eiweiss (*Triticum vulgare*) gehabt. Als Antigen wurde ein Extrakt mit physiol. Kochsalzlösung im Verhältnis 1 : 5 benützt; davon bekam das Tier im ganzen 10 Spritzen mit zusammen 93 ccm Extrakt. Nach der 8. Spritze wurde die Probeblutabnahme gemacht, wobei ein Serum vom Titer 1/12800 bestimmt wurde. Nach 2 weiteren Spritzen wurde das Tier geschlachtet. Bei der Präcipitation zeigte sich, dass mit diesem Serum eine Ausflockung nur mit *Triticum* selbst stattfand, andere Reaktionen konnten damit überhaupt nicht erzielt werden. Auch die Conglutination ergab gleiches Resultat.

Ich weise darauf hin, dass auch MAGNUS (58) selbst bei ganz hoher Immunität mit *Triticum* nie Reaktion ausserhalb der Gramineen erhalten hat; mein Misserfolg bestätigte die Angabe.

WEDELSTADT und FELLMER (59) versuchten durch das Experiment festzustellen, ob durch lange andauernde, spezifische Fütterung im Serum eine durch Präzipitation, Komplementbildung oder Anaphylaxie nachweisbare Veränderung erzielbar sei Diese Frage hat hier deswegen Interesse, weil durch die Gramineen-Fütterung der Kaninchen (Hafer und Heu) eventuell gerade die Gramineen-Reaktionen alteriert werden könnten. Die genannten Autoren hatten mit ihren Untersuchungen keinen Erfolg. Trotzdem halte ich es nicht für ausgeschlossen, dass MAGNUS' und meine negativen Ergebnisse mit *Triticum* auf die Fütterung der Tiere zurückgeführt werden kann. Ich setzte ein weiteres Tier auf ausschliessliche Wruken-Fütterung und benützte zur Immunisation Hafer-Extrakt. Das Tier kränkelte zwar während der ganzen Impfzeit und magerte sehr ab, ergab aber schliesslich ein Serum vom Titer 1 : 6400, mit welchem auch einige deutliche Reaktionen ausserhalb der Gramineen erzielbar waren.

Der ergänzende Versuch, von einem ungeimpften, dauernd allein mit Hafer gefütterten Tier Serum abzunehmen und mit diesem Verwandtschafts-Reaktionen innerhalb der Gramineen zu unternehmen, hatte den von WEDELSTADT und FELLMER bereits angegebenen Misserfolg.

Nach unsern mit botanischen Objekten gewonnenen Anschauungen müssen wir die Immunkörper als Reste des im Blut irgenwie abgebauten artfremden Eiweiss (oder anderer in's Blut eingebrachter Körper) betrachten, wobei dem fremden Rest bluteigene Stoffe angelagert werden. Anders ist die Spezifität der Immunkörper und ihre im Verlauf der immer weiter steigenden Immunisation hervortretende qualitative Veränderung (60) nicht erklärbar. Nun erscheint mir nicht undenkbar, dass im vorliegenden Fall der Gramineen-Immunisation an das im Blut des Versuchstiers abgebaute Gramineen-Antigen andauernd wieder Abbauprodukte des durch die Fütte-

rung in die Blutbahnen Gramineen-Eiweisses angelagert und auf diese Weise die Immunkörper sei es insgesamt sei es zum grössten Teil wieder zu Antigen ergänzt werden. Diese, wie ich gerne zugestehe sehr entfernt liegende Hypothese würde das Verhalten der Versuchstiere bei der Gramineen-Immunisation und deren negativen Ausfall erklären können.

Einige noch weiter zu machende Bemerkungen haben nur für die betreffenden Objekte Bedeutung: Recht viel Schwierigkeiten machte es mir, ein Tier mit *Typha latifolia* zu immunisieren. Die Samen sind durch die nicht entfernbaren Haare so voluminös, dass hier ein steriles Arbeiten zur Qual wird. Zwei Tiere sind mir bei der Behandlung zugrunde gegangen, beim dritten konnte keine über 1/6400 steigende Immunisation erreicht werden, weil auch hier Notschlachtung unvermeidbar wurde. In einer Porzellan-Reibschale habe ich diese Samen mit sterilem Pistill mit physiologischer Kochsalzlösung verreiben und gut durchfeuchtet 24 Stunden stehen gelassen. Dann wurde 0,1% Natronlauge zugesetzt, 10 Minuten maceriert und endlich der dicke Brei abgepresst und zentrifugiert. Anfangs versuchte ich, die Samen in einem grossen Eisenmörser für die ganze Impfperiode auf Vorrat zu zerkleinern; jedoch musste ich dies Verfahren aufgeben, weil nach wenigen Tagen das so gewonnene Pulver keine ESBACH-Reaktion mehr gab.

Nicht möglich war es, mit *Aframomum Melegeta* ein Immuntier zu erzielen; schon nach der ersten Spritze giengen mehrere Tiere sofort ein. Mit *Elettaria Cardamomum* hatte ich auch erst beim dritten Tier Erfolg; hier dauerte die Impfung 8 Wochen und wurde mit ganz kleinen Dosen angefangen und erst ganz allmählig die Impfmenge gesteigert.

Wenn man die im folgenden darzustellenden Ergebnisse meiner Untersuchungen betrachtet, wird zunächst über die wichtigste Frage, nämlich den Anschluss der Monokotylen an den Dikotylenstamm etwas oberhalb der Magnoliaceen keinerlei Zweifel aufkommen können; in dieser Beziehung sind sämtliche positive wie negative Reaktionen vollständig eindeutig.

Auch kann nach diesen Reaktionen nicht bezweifelt werden, dass die *Helobieae* die phylogenetische Basis der Monokotylen darstellen und dass sich von ihnen aus die übrigen Familien dieser Reihe phylogenetisch ableiten.

Gleichfalls kann kein Zweifel bestehen, dass die unterständig-zygomorphen Monocotylen abgeleitete Formenkreise darstellen und von den oberständig-aktinomorphen ihren Ursprung genommen haben.

Endlich ist nach meinen Reaktionen als festgestellt zu betrachten, dass die Glumifloren sich von den mittelhoch organisierten Monokotylen, etwa vom Bau der Liliaceen, ableiten.

Dagegen nehmen die Typhaceen und mit ihnen wahrscheinlich die übrigen Pandanales ihre Entstehung von den niederen Monokotylen, den Helobiae, und haben mit den Glumifloren keine nähere Verwandtschaft.

Endlich sind die Serum-Reaktionen der Annahme einer besonders niederen Stellung der Spathiflorae und Spadiciflorae unter den Monokotylen nicht günstig: sie haben ungefähr die gleiche phylogenetische Höhe wie die Glumiflorae, ohne doch mit diesen gleichen Ursprung zu haben.

Im Übrigen sind bei meinen Versuchen mehrfach, wenn man genauer in die Détalis eingeht, Unstimmigkeiten hervorgetreten, die sich in der Weise äussern, dass nach den einen Reaktionen sich durch die Niederschlags-Mengen als nahe stehende Formen nach andern Reaktionen wieder entfernter erweisen. Die Reaktionen positiver Art sind in diesen Fällen überall unzweideutig und reciprok vorhanden; nur ihre Intensität lässt keine genügenden Schlüsse auf die genaueren Grade von Verwandtschaften zu. Es ist also gerade unter den Monokotylen mittelhoher Entwickelung der Fall nicht selten, von dem MEZ (61) sagt: "wir achten deshalb nach Möglichkeit auf die sich ergebenden Niederschlagsmengen, legen denselben aber, weil wir bessere Möglichkeiten der Wertung haben, nicht so übergrosse Bedeutung zu".

Ganz neuerdings wurden durch FRIEDBERGER und MEISSNER (62) verschiedene Typen der Präzipitation beschrieben und auch deren Kennzeichen angegeben. Derartige Beobachtungen über verschiedenartige Niederschlagsformen, von denen die einen für

die Konstruktion von Verwandtschafts-Beziehungen beweisend sind, die andern nicht, haben auch wir nicht selten gemacht. Auch wir haben seit langem den wesentlichen Unterschied zwischen der grossflockigen Fällung, welche phylogenetische Affinität anzeigt, und der körnigen, unspezifischen gekannt und gerade dieser Vorkommnisse wegen immer betont, dass nur das Gesamtbild der von den verschiedensten Ausgangspunkten aus gewonnenen Ergebnisse in ihrer gegenseitigen Bestätigung oder Negation ein wirklich zutreffendes Bild der Phylogenie zu geben vermag. Auf einzelne Reaktionen feste Behauptungen bezüglich der bestehenden Verwandtschaften zu begründen würde nicht wohl angängig sein; so sind auch meine, wegen der Kosten, welche die Arbeiten machen nur stets mit jeder Familie und einem einzigen Versuchstier gewonnenen Resultate des weiteren Ausbaus, der Ergänzung und eventuell in Einzelheiten der Berichtigung bedürftig. An dem grossen allgemeinen Bild, das meine Verwandtschafts-Reaktionen über die Familien der Monokotylen gegeben haben, werden diese Untersuchungen aber nichts ändern.

A u s s e r h a l b d e r M o n o k o t y l e n s t e h e n d e F a m i l i e n .

1. ***ABIETINAE*** .- Die Stellung der *Abietineae* ist serologisch dahin präzisiert, dass sie die ursprünglichsten heute lebenden Gymnospermen sind, die zugleich der Anschluss an die *Selaginellaceae* nach unten (63) und *Magnoliaceae* nach oben (64) bieten.

Ich reagierte, stets mit negativem Erfolg, mit *Abies pectinata* ausgehend von *Alisma Plantago* (Titer: 1/6400),, *Allium Cepa* (Titer: 1 : 12800), *Canna indica* (Titer: 1 : 12800), *Elettaria Cardamomum* (Titer : 1/6400), *Carex arenaria* (Titer: 1/6400), *Typha latifolia* (Titer : 1/6400).

2. ***ANONACEAE*** - Mit *Anona triloba* wurde von mir ein Versuch gemacht, und zwar mit negativem Erfolg von *Canna indica* (Titer : 1/12800) aus.

3. ***Aristolochiaceae*** . - Diese Familie wurde zuerst durch die Sero-Diagnostik mit Sicherheit zu den *Ranales* gebracht; sie steht den *Anonaceae* am nächsten. LOTSY (65) bringt sie mit Unrecht in Beziehungen zu den *Araceae* . Ich reagierte mit *Aristolochia Sipho* ausgehend von den *Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum* , Titer: 1/6400), *Cannaceae (Canna indica* , Titer 1/12800), *Cyperaceae (Carex arenaria* , Titer 1/6400) mit n e g a t i v e m Erfolg.

Dagegen fand ich positiven Anschluss ausgehend von den *Typhaceae (Typha latifolia,* Titer: 1/6400).

4. ***BERBERIDACEAE*** . - Mit *Podophyllum Emodi* gab schwach positive Reaktion der Versuch mit den Liliaceen (*Allium Cepa,* Titer 1/12800); dagegen waren negativ die Reaktionen ausgehend von den *Alismataceae (Alisma Plantago* , Titer 1/6400), *Cannaceae (Canna indica* , Titer 1/12800), *Cyperaceae (Carex arenaria* , Titer 1/6400) und *Typhaceae (Typha latifolia* , Titer: 1/6400).

Bei Würdigung dieser Reaktionen ist der verschiedene Titer der angewendeten Immunsera zu beachten. Nach den übrigen, später darzustellenden Reaktionen wäre positives Ergebnis der *Alismataceae* mit Sicherheit zu erwarten gewesen, wenn ein solches von den *Liliaceae* aus vorliegt. Der doppelt so starke Titer des Liliaceen-Serums erklärt aber die fernere Reaktion, während die nähere von *Alisma* ausblieb.

5. ***CALYCANTHACEAE*** - Sämtliche Reaktionen, zu welchen leider solche von *Alisma* ausgehend nicht gehörten, waren negativ. Es waren dies die Versuche ausgehend von den *Liliaceae (Allium Cepa* , Titer: 1/12800), *Cannaceae (Canna indica* , Titer: 1/12800), *Cyperaceae (Carex arenaria* , Titer: 1/6400)und *Typhaceae (Typha latifolia* , Titer: 1/6400).

6. ***LARDIZABALACEAE*** .- Sämtliche Reaktionen mit *Akebia quinata* waren von negativem Erfolg. Ich stellte sie an ausgehend von den *Liliaceae (Allium Cepa* , Titer: 1: 12800), *Cannaceae (Canna indica* , Titer: 1/12800), *Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum* , Titer: 1/6400), *Cyperaceae (Carex arenaria* , Titer: 1/6400) und *Typhaceae (Typha latifolia* , Titer: 1/6400).

7. *LAURACEAE* .- Ich machte einen Versuch mit *Laurus nobilis* von den *Cannaceae* (*Canna indica* , Titer 1/12800) aus, der negatives Ergebnis hatte.
8. *MYRISTICACEAE* . - Ich machte einen Versuch mit *Myristica fragrans* von den *Cannaceae* (*Canna indica* , Titer: 1/12800) aus, der gleichfalls negativ verlief.
9. *RANUNCULACEAE* . - Mit *Nigella damascena* und *Ranunculus illyricus* machte ich fünf Versuche, die sämtlich negativ verliefen, und zwar ausgehend von den: *Liliaceae* (*Allium Cepa*, Titer 1/12800), *Cannaceae* (*Canna indica* , Titer 1/12800), *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum* , Titer 1/6400), *Cyperaceae* (*Carex arenaria*, Titer 1/6400), *Typhaceae* (*Typha latifolia* , Titer 1/6400).
10. *MENISPERMACEAE* . - Mit *Menispermum dahuricum* machte ich Versuche ausgehend von den *Alismataceae* (*Alisma Plantago* , Titer 1/6400) mit stark positivem Erfolg. Negative Reaktionen erhielt ich ausgehend von den *Liliaceae* (*Allium Cepa* , Titer 1/12800), *Gramineae* (*Avena sativa* , Titer 1/6400), *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum* , Titer 1/6400), *Cyperaceae* (*Carex arenaria* , Titer 1/6400), *Palmae* (*Cocos nucifera* , Titer 1/6400), *Iridaceae* (*Iris sibirica* , Titer 1/6400), *Typhaceae* (*Typha latifolia* , Titer 1/6400) . - Zweifelhaft waren die Reaktionen ausgehend von den *Cannaceae* (*Canna indica* , Titer 1/12800).
11. *NYMPHAEACEAE* . - Von dieser Familie, die LANGE (66) auf Grund seiner serodiagnostischen Untersuchungen den *Magnoliaceae* ziemlich nahe stellt und die (siehe oben) auch sonst vielfach für den Monokotylen nächststehend angesehen wird, wurden von mir serologisch geprüft *Nymphaea alba* und *Nuphar luteum* . Es ergab sich positive Reaktion ausgehend allein von den *Typhaceae* (*Typha latifolia*, Titer 1/6400). - Zweifelhafte Reaktionen, die ich als positiv zu werten nicht wage, wurden erreicht ausgehend von den *Cannaceae* (*Canna indica* , Titer 1/12800) und *Iridaceae* (*Iris sibirica* , Titer 1/6400). - Negativ waren die Reaktionen ausgehend von den *Alismataceae* (*Alisma Plantago*, zweifelhaft , Titer 1/6400), *Liliaceae* (*Allium Cepa* , Titer 1/12800), *Gramineae* (*Avena sativa* , Titer 1/6400), *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum* , Titer 1/6400), *Cyperaceae* (*Carex arenaria* , Titer 1/6400), *Palmae* (*Cocos nucifera* , Titer 1/6400).
12. *MAGNOLIACEAE* . - *Magnolia Yulan* und *Illicium anisatum* lieferten die Samen zu den Versuchen, die ich mit dieser Familie anstellte. Ich erhielt stark positives Ergebnis ausgehend von den *Alismataceae* (*Alisma Plantago* , Titer 1/6400) und *Typhaceae* (*Typha latifolia* , Titer 1/6400). - Schwächer aber unzweifelhaft positive Reaktionen ergaben die *Liliaceae* (*Allium Cepa* , Titer 1/12800), *Cannaceae* (*Canna indica* , Titer 1/12800), *Palmae* (*Cocos nucifera* , Titer 1/6400), *Iridaceae* (*Iris sibirica* , Titer 1/6400). - Negativ reagierten die *Gramineae* (*Avena sativa*, Titer 1/6400), *Zingiberaceae* (*Elettaria Cardamomum* , Titer 1/6400) *Cyperaceae* (*Carex arenaria* , Titer 1/6400).
13. *PIPERACEAE* . - Da, wie oben dargestellt, auch diese Familie mit den Monokotylen in phylogenetische Verbindung gebracht wurde, wurde nach ihr hin von den *Alismataceae* (*Alisma Plantago* , Titer 1/6400) reagiert. Es konnte keinerlei Anschluss erzielt werden.

Werden diese zu ausserhalb der Monokotylen stehenden Familien ausgeführte Serum-Reaktionen für den Ausbau des Stammbaums und die Entscheidung der Frage, wo der Anschluss der Monokotylen zu suchen sei, ausgewertet, so kann die Antwort nicht zweifelhaft sein. Soweit positive Reaktionen erzielt wurden, gehen sie ohne Ausnahme zu Familien der niedersten *Ranales* , nämlich vor allem zu den *Magnoliaceae* , dann zu den *Menispermaceae* , schliesslich schwach zu den *Nymphaeaceae* und *Aristolochiaceae* . Die nach den Serum-Reaktionen den Anschluss in erster Linie vermittelnde Familie ist die der *Alismataceae* ; ihr relativ nahe scheint in dieser Beziehung die Familie der *Typhaceae* zu stehen.

Durch meine positiven Reaktionen von *Alisma* zu *Magnolia* werden die in umgekehrter Richtung bereits von LANGE gewonnenen Ergebnisse (67) reciprok bestätigt und gewinnen dadurch die Sicherheit, welche zur Begründung definitiver Schlüsse gefordert werden muss.

Auch auf die Frage, wo unter den *Ranales* der Anschluss der Monokotylen zu suchen ist, geben meine Untersuchungen Auskunft. Die neben den *Magnoliaceae* -Re-

aktionen gefundenen Anschlüsse insbesondere zu den *Menispermaceae*, aber auch zu den *Nymphaeaceae* und *Aristolochiaceae* scheinen mir zu beweisen, dass die Abzweigung des Monokotylen-Astes von den *Ranales* nicht unterhalb der *Magnoliaceae*, sondern oberhalb derselben, zwischen den *Magnoliaceae* und den *Menispermaceae* stattgefunden hat.

Vergleicht man die Stammbaum-Figur (68), in der unsere bisherigen Ergebnisse zusammengestellt sind, so ist dort die Abzweigung der Monocotylen auch nach meinen Untersuchungen am richtigen Ort eingezeichnet. Nur eine einzige kleine Korrektur jener Figur könnte nach meinen Ergebnissen wünschenswert erscheinen, nämlich eine erhebliche Verkürzung der Linie, welche auf dem Zweig *Magnoliaceae - Annonaceae* zu den *Aristolochiaceae* führt. Der zu den letzteren von den primären Monokotylen aus gewonnene Anschluss zeigt, dass sie näher an die *Magnoliaceae* herangenommen werden müssen.

Das gegenseitige Verhältnis der Monokotylen-Familien.

Indem ich im folgenden von den bereits besprochenen Reaktionen absehe, welche die von mir untersuchten Familien der Monokotylen mit ausserhalb dieser Reihe stehenden Formen gegeben haben, komme ich nun zur Besprechung der innerhalb der Monocotylen gewonnenen serologischen Befunde.

A. Helobiae.

1. *ALISMATACEAE*. - Bei meinen Versuchen gelang es mir, ein Immunserum von *Alisma Plantago* zu gewinnen; dieses hatte den Titer 1/6400.

Mit diesem Serum reagierten teils stark teils sehr stark die *Araceae (Calla palustris* und *Arum maculatum)*, die *Bromeliaceae (Aechmea bracteata)*, die *Butomaceae (Butomus umbellatus)*, die *Commelinaceae (Commelina coelestis)*, die *Cyperaceae*, reciprok (*Carex arenaria)*, die *Iridaceae*, reciprok *(Iris sibirica, Crocus vernus)*, die *Juncaginaceae (Triglochin maritimum)*, die *Liliaceae (Veratrum album, Fritillaria imperialis, Allium Cepa, Sabadilla officinalis, Muscari racemosum, Ornithogalum nutans)*, die *Orchidaceae (Epipactis palustris)*, die *Sparganiaceae (Sparganium ramosum)*, die *Typhaceae (Typha latifolia)*, auch reciprok.

Schwächer positiv reagierten die *Cannaceae (Canna indica*, auch reciprok, die *Gramineae (Andropogon Sorgum)*, die *Juncaceae (Luzula campestris)*, die *Potamogetonaceae (Potamogeton perfoliatus)*.

Negativ reagierten die oben angegebenen Gymnospermen- und Dikotylen-Familien.

Erreicht mit starker Reaktion wurden die *Alismataceae* ausgehend von den *Cannaceae (Canna indica)*, auch reciprok; von den *Palmae (Cocos nucifera)*, und von den *Typhaceae (Typha latifolia), reciprok.*

Durch schwächere Reaktionen wurden die *Alismataceae* erreicht ausgehend von den *Liliaceae (Allium Cepa)*, reciprok, von den *Gramineae (Avena sativa)*, reciprok, den *Cyperaceae (Carex arenaria)* und von den *Iridaceae (Iris sibirica)*, reciprok.

Nicht erreicht durch eine von oder nach den *Alismataceae* gehende Reaktion wurden die *Zingiberaceae.*

Abgesehen von den starken Reaktionen der *Alismataceae* zu den niedersten *Ranales* ist massgebend für ihre Stellung an der Basis der Monokotylen die Reaktion zu den *Butomaceae, Sparganiaceae, Typhaceae* und *Juncaginaceae* sowie, dass die *Potamogetonaceae* von hier aus erreicht wurden.

2. *BUTOMACEAE.* - Nach BUCHENAU (69) sind die *Butomaceae* nahe verwandt mit den *Alismataceae*, aber durch die Plazentation und die zahlreicheren Samen von diesen verschieden. - Als Immunisations-Zentrum konnte diese Familie leider wegen Samen-Mangel nicht verwendet werden.

Von meinen Vorgängern hat allein LANGE (70) versucht, zu den *Butomaceae* hin zu reagieren; es geschah dies von den Ausgangspunkten der *Calycanthaceae, Aristolochiaceae* und *Lardizabalaceae*, ohne dass ein positives Ergebnis erzielt wurde.

Bei meinen Versuchen reagierten mit den *Butomaceae* stark die *Alismataceae (Alisma Plantago)* und die *Typhaceae (Typha latifolia)*.

Schwächere Reaktionen zeigten die *Cannaceae (Canna indica,* Titer 1/12800), die *Cyperaceae (Carex arenaria,* Titer 1/6400 und die *Palmae (Cocos nucifera,* Titer 1/6400).

Negative Reaktionen ergaben die *Liliaceae (Allium Cepa,* Titer 1/12800), die *Gramineae (Avena sativa,* Titer 1/6400), die *Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum,* Titer 1/6400) und die *Iridaceae (Iris sibirica,* Titer 1/6400).

Von diesen Reaktionen sind mir für die Bestimmung der Stellung der *Butomaceae* bestimmend diejenigen mit den *Alismataceae* und *Typhaceae* in erster Linie, in zweiter die Anschlüsse, welche sich schwächer an sämtliche Familien der mittelhoch stehenden Monokotylen ergeben haben. Demnach kann darüber kein Zweifel bestehen, dass die *Butomaceae* ganz in der Nähe der *Alismataceae* , aber etwas oberhalb derselben, zwischen *Alismataceae* und *Typhaceae* im System anzuordnen sind.

3. *JUNCAGINACEAE*. - Nach BUCHENAU und HIERONYMUS (71) zeigt diese Familie vielfache Beziehungen zu den *Alismataceae* und *Potamogetonaceae*. Leider genügte das mir zur Verfügung stehende Samenmaterial von *Triglochin maritimum* nicht, um eine Immunisation damit durchzuführen. Von *Scheuchzeria palustris*, die gleichfalls zu Reaktionen benützt wurde, hatte ich noch weniger Samen.

Am stärksten reagierten die *Juncaginaceae* mit den *Alismataceae (Alisma Plantago*, Titer 1/6400) und den *Typhaceae (Typha latifolia*, Titer 1/6400), aber auch die *Cannaceae (Canna indica)* ergaben gute Reaktion. Dies ist auch hier wieder auf den hohen Titer des *Canna*-Serums zurückzuführen (1/12800), für den Fall, dass nicht auch bei dem *Canna*-Serum wieder ähnliche Verhältnisse vorliegen, wie sie für das Serum von *Cucurbita* von MEZ (72) erörtert worden sind. Jedenfalls muss die Inkongruenz, dass hier die *Cannaceae* stärkere Reaktion ergaben als die nach sonstigen Befunden niedriger und deshalb den *Juncaginaceae* näher stehenden *Liliaceae* hervorgehoben werden.

Ausser den eben schon genannten *Liliaceae* ergaben mit den *Juncaginaceae* schwächere Reaktionen die *Cyperaceae (Carex arenaria)* und die *Iridaceae (Iris sibirica)*.

Negativ waren die Reaktionen ausgehend von den *Gramineae (Avena sativa)* und *Palmae (Cocos nucifera)*. - Von andren Ästen des Systems wurden Reaktionen zu den *Juncaginaceae* bisher noch nicht unternommen; die Reaktionen wurden gleichmässig mit *Triglochin maritimum* und *Scheuchzeria palustris* gemacht; beide Spezies ergaben identische Resultate.

Durch die starke Reaktion mit *Alisma Plantago* wurde mit Sicherheit bestätigt, dass die Lokalisation der *Juncaginaceae* in der Nähe der *Alismataceae* zu Recht besteht. Ob sie, wie nach den mit den *Butomaceae* merkwürdig übereinstimmenden Reaktionen schliessen könnte, ganz in die Nähe dieser und auf die gleiche System-Auszweigung gehören oder nicht, kann vor der Hand nach den wenigen vorliegenden Reaktionen noch nicht entschieden werden. Die positiven Anschlüsse, welche mit den *Juncaginaceae* die *Liliaceae* und *Iridaceae* , welche mit den *Butomaceae* negativ gewesen waren, ergaben haben, scheinen mit darauf hinzuweisen, dass die *Juncaginaceae* besser für sich allein auf einer kleinen Auszweigung oberhalb der *Alismataceae* und *Butomaceae* zu definieren sind.

4. *POTAMOGETONACEAE*. - Die Verwandtschaft dieser Familie ist bisher noch völlig unbestimmt. Nach ihrem Blütenbau hatte sie ASCHERSON (73) mit den *Araceae* verglichen; der Bau von Samen und Embryo verweist sie aber näher zu den *Alismataceae* und *Hydrocharitaceae*. - Letztere Familie ist von mir wegen völligen Samenmangels leider überhaupt nicht in den Kreis der Untersuchung gezogen worden.

Mit stark positiver Reaktion wurden die *Potamogetonaceae (Potamogeton perfoliatus)* erreicht von dem Ausgangspunkt der *Alismataceae (Alisma Plantago,* Titer 1/6400); gleichfalls gut positiv waren die Reaktionen von den *Cannaceae (Canna indica,* Titer 1/12800) aus. - Über die mit dem *Canna*-Serum sich ergebenden Inkongruenzen, die auch hier wieder in Erscheinung traten, wurde soeben gehandelt.

Schwach positiv waren die Reaktionen ausgehend von den *Liliaceae (Allium Cepa,* Titer 1/12800), von den *Cyperaceae (Carex arenaria,* Titer 1/6400) und den

Palmae (Cocos nucifera, Titer 1/6400).

Negativ waren die Reaktionen von den Ausgangspunkten der *Gramineae (Avena sativa*, Titer 1/6400), *Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum), Iridaceae (Iris sibirica) und Typhaceae (Typha latifolia)*

Von früheren Versuchen, die *Potamogetonaceae* serologisch zu erreichen, ist auf LANGE (74) zu verweisen, welcher von *Magnolia Lenneana* nach ihnen hin reagiert hat, ohne zu einem positiven Ergebnis zu gelangen. Auch diese LANGE'sche Reaktion habe ich zu verwerten, wenn ich die Stellung der *Potamogetonaceae* unter den Monocotylen dahin präcisiere, dass sie zwar an der Basis des *Monocotylen*-Astes, aber doch von den *Alismataceae* erheblich abgeleitet und den *Magnoliaceae* ferner stehend anzusehen sind. - Mit den *Araceae* sind irgend nähere Beziehungen nach dem serodiagnostischen Verhalten der Familie nicht vorhanden.

B. PANDANALES.

5. *TYPHACEAE.* - ENGLER (75) stellt diese Familie auf die niederste Stufe der Monokotylen, weil der einfache Blütenbau nicht auf Reduktion zurückführbar sei; im Gegensatz dazu geht CELAKOWSKY (76) von der Anschauung aus, dass *Typha* doch eine reduzierte Form des *Sparganium*-Typus darstelle, indem er annimmt, die Haare unter den Blüten seien Teile der zerschlitzten Blütenhülle und der Blütenstand sei dadurch zustande gekommen, dass die in den Achseln der Hochblätter entstandenen blütentragenden Seitenzweige mit der Hauptaxe verwachsen seien. - EICHLER (77) erscheint es unmöglich, die *Typhaceae*-Blüten anders als durch ganz willkürliche Annahmen auf das gewöhnliche Monokotylen-Schema zu bringen (was einem Anschluss an die noch zweifellos 3-zählig gebauten *Sparganiaceae* widersprechen würde). Die *Typhaceae* sollen vielmehr eine Formation für sich, deren Anschluss noch ganz zweifelhaft sei, bilden. Einige Anklänge an die *Cyperaceae*, wie auch an die *Araceae* seien vorhanden. Unter den letzteren biete vielleicht *Carex* die meisten Berührungspunkte, doch sei der Fruchtknotenbau ein ganz anderer und *Typha* biete auch kein Analogon des Utriculus; das haarformige Perigon - wenn man die Haare unter den *Typha*-Blüten als solches deuten wolle - würden sich dagegen bei den *Scirpeae*, besonders bei *Eriophorum*, wiederfinden. - WETTSTEIN (78) leitet mit CELAKOWSKY die *Typhaceae* von den *Sparganiaceae* ab

Das Immunserum von *Typha latifolia*, über dessen schwierige Gewinnung ich oben gehandelt habe, ergab den Titer 1/6400; die Immunisation höher zu treiben misslang leider.

Mit dem *Typha*-Serum ergeben starke Reaktionen die *Alismataceae (Alisma Plantago*, auch reciprok, die *Butomaceae (Butomus umbellatus)*, die *Commelinaceae (Commelina coelestis)* die Juncaceae *(Luzula campestris)*, die *Juncaginaceae (Triglochin maritimum)*, die *Liliaceae (Allium Cepa*, auch reciprok) und die *Sparganiaceae (Sparganium ramosum)*. - Über die gut positive Reaktion der *Magnoliaceae (Magnolia Yulan)* wurde oben bereits gehandelt.

Schwächer positiv reagierten die *Amaryllidaceae (Leucojum vernum)*, die *Cyperaceae (Carex arenaria*, auch reciprok), die *Gramineae (Avena sativa)* , die *Iridaceae (Iris sibirica*, auch reciprok). - Über die ganz schwach positiven Reaktionen der *Nymphaeaceae (Nuphar luteum)* und *Aristolochiaceae (Aristolochia Sipho)* habe ich oben bereits gehandelt.

Negative Reaktionen ergeben die Versuche mit den *Araceae (Calla palustris), Berberidaceae (Podophyllum Emodi), Calycanthaceae (Calycanthus praecox), Cannaceae (Canna indica), Menispermaceae (Menispermum dahuricum), Musaceae (Musa rhodochamys), Orchidaceae (Epipactis palustris), Palmae (Cocos nucifera), Potamogetonaceae (Potamogeton perfoliatus), Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum), Abietineae (Abies pectinata), Ranunculaceae (Ranunculus arvensis)* und *Lardizabalaceae (Akebia quinata.*

Erreicht wurden die *Typhaceae* mit starker Reaktion ausgehend von den *Alismataceae (Alisma Plantago* Titer 1/6400, auch reciprok), mit schwächerer, gleichfalls reciprok, von den *Liliaceae (Allium Cepa*, Titer 1/12800), ganz schwach von den

Cyperaceae (Carex arenaria, Titer 1/6400, reciprok) und von den *Iridaceae (Iris sibirica,* Titer 1/6400, gleichfalls reciprok).

Negative Reaktionen lieferten die Ausgangspunkte der *Gramineae (Avena sativa), Cannaceae (Canna indica), Palmae (Cocos nucifera) und Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum).*

Diese dargestellten Reaktionen sind den Anschauungen, wonach die *Typhaceae* in nähere Verbindung mit den *Cyperaceae* gebracht werden sollen, ebenso ungünstig wie deren isolierter Position an der Basis der Monokotylen. Nach den sero-diagnostischen Ergebnissen erscheint die Ableitung der *Typhaceae* von den *Sparganiaceae* überaus wahrscheinlich; ihr scheinbar so primitiver Blütenbau ist als Reduktionsergebnis anzusehen, ebenso wie dies bezüglich der scheinbar so primitiven *Amentales* sero-diagnostisch nachgewiesen ist (79). - Da die Reaktion ausgehend von den *Alismataceae* (Titer 1/6400) stärker war, als von den mit höherem Titer versehenen *Liliaceae*-Versuchen, stelle ich, gerade der Schwäche der Liliaceen-Reaktion wegen, die *Typhaceae* auf einen besonderen System-Ast, der kurz oberhalb der *Alismataceae* abzweigt. Nichts steht dem entgegen, diesen Ast als *Pandanales*-Abzweigung zu bezeichnen.

6. *SPARGANIACEAE.* - Nach ENGLER (80) stehen die *Sparganiaceae* näher den *Pandanaceae* als den *Typhaceae.* Nach CAMPBELL (81) soll eine nähre Verwandtschaft dieser Familie mit den *Gramineae* durch Ähnlichkeit der Entwickelung des Embryos begründet werden; diese Ansicht wird jedoch von GRAEBNER (82) zurückgewiesen. Er ist zwar der Ansicht, dass die morphologischen Verhältnisse eine so nahe Verwandtschaft der Familien nicht erkennen lassen und dass deshalb an eine Vereinigung der *Sparganiaceae* und *Gramineae* zu einer höheren Gruppe oder Reihe nicht gedacht werden kann; immerhin anerkennt GRAEBNER die Resultate CAMPBELL's insoweit, als sie eine erhebliche Stütze darbieten zur Darlegung der Selbständigkeit der *Sparganiaceae* besonders gegenüber den *Typhaceae.*

Stark positiv reagierten die *Sparganiaceae*, von welchen wegen Samenmangel ein Immuntier nicht gewonnen werden konnte, mit den Immunsera der *Alismataceae (Alisma Plantago)* und *Typhaceae (Typha latifolia).* - Auch mit den *Cannaceae (Canna indica)* wurde Reaktion erzielt, über welche aber dieselben Bemerkungen zu machen sind, die bereits oben an zwei Stellen an die *Canna*-Reaktionen geknüpft wurden.

Schwach positiv waren die Reaktionen ausgehend von den *Liliaceae (Allium Cepa).*

Negative Reaktionen erhilet ich mit den *Sparganiaceae* ausgehend von den *Gramineae (Avena sativa), Palmae (Cocos nucifera), Iridaceae (Iris sibirica)* und *Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum).*

Von ausserhalb der Monokotylen liegenden Formenkreisen wurde bisher noch nicht zu den *Sparganiaceae* hin reagiert.

Wird bei den geschilderten Serum-Reaktionen die Unstimmigkeit, welche wieder zwischen der *Cannaceae*- und der *Liliaceae*- Reaktion besteht, berücksichtigt und die *Cannaceae*-Reaktion als einer späteren Nachprüfung dringend bedürftig weniger hoch gewertet, so können nach allen andern Reaktionen die *Sparganiaceae* ihre fast allgemein angenommene Stellung in der Nähe der *Typhaceae* behalten. Anzeichen für irgend eine andere Präzision der Stellung der *Sparganiaceae* hat die Sero-Diagnostik nicht geliefert; insbesondere hat sie nicht erkennen lassen, dass eine irgend nähere Verbindung der *Sparganiaceae* mit den *Gramineae* besteht. Die *Sparganiaceae* gehören nach ihrem Sero-diagnostischen Verhalten zu den niederen Familien der Monokotylen, stehen im System jedenfalls erheblich unterhalb der eine zentrale Stellung einnehmenden *Liliaceae*, während die *Gramineae* als reduzierte Familie, die weit oberhalb der *Liliaceae* am Stammbaum anzubringen ist, sich erwiesen haben.

C. GLUMIFLORAE.

7. *GRAMINEAE* .- Nach HACKEL (83) ist die Familie der *Gramineae* streng für sich abgeschlossen. Verwandtschaft sollen sie nur mit den *Cyperaceae* und nach anderer

Meinung auch mit den *Juncaceae* aufweisen. Nach WETTSTEIN (84) stellen die Glumiflorен entwickelungsgeschichtlich ein Endglied dar, das durch Vermittelung der *Enantioblastae* auf den Liliiflorен-Typus zurückzuführen ist. Auch SCHELLENBERG (85) neigt diesem Anschluss der *Gramineae* zu und macht besonders auf Ähnlichkeiten, die trotz recht verschiedenem Habitus mit den *Commelinaceae* bestehen, aufmerksam.

Der Schwierigkeiten, ein Immuntier von *Triticum* zu erzielen, habe ich oben Erwähnung getan. Nach Wruken-Fütterung erhielt ich schliesslich Immunisation mit *Avena sativa*, welche den Titer 1/6400 zeigte und wenigstens einigermassen den zu stellenden Anforderungen entsprach.

Stark reagierten von den *Gramineae* aus die *Cyperaceae (Carex arenaria*, auch reciprok), die *Commelinaceae (Commelina coelestis)* und die *Liliaceae (Allium Cepa*, auch reciprok).

Schwach waren die Reaktionen zu den *Alismataceae (Alisma Plantago)* und *Araceae (Arum maculatum)*.

Negativ reagierten vom Ausgangspunkt der *Gramineae* die *Amaryllidaceae (Narcissus poeticus)*, *Bromeliaceae (Aechmea bracteata)*, *Butomaceae (Butomus umbellatus)*, *Cannaceae (Canna indica)*, *Iridaceae (Iris sibirica)*, *Juncaceae (Juncus effusus)*, *Juncaginaceae (Scheuchzeria palustris)*, *Magnoliaceae (Illicium anisatum)*, *Menispermaceae (Menispermum dahuricum)*, *Nymphaeaceae (Nuphar luteum)*, *Orchidaceae (Epipactis palustris)*, *Palmae (Cocos nucifera)*, *Pontederiaceae (Pontederia cordata)*, *Potamogetonaceae (Potamogeton perfoliatus)*, *Sparganiaceae (Sparganium ramosum)*, *Typhaceae (Typha latifolia)* und *Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum)*.

Positive Reaktionen mit den *Gramineae* wurden von mir erzielt von den Ausgangspunkten der *Alismataceae (Alisma Plantago)*, *Liliaceae (Allium Cepa)*, *Cannaceae (Canna indica)*, *Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum)*, *Cyperaceae (Carex arenaria)*, *Palmae (Cocos nucifera)*, *Iridaceae (Iris sibirica)* und *Typhaceae (Typha latifolia)*. –

Auf die Inkongruenzen, welche hier für die Reaktionen von den *Gramineae* aus und nach ihnen hin mache ich besonders aufmerksam. Dass bei den *Cannaceae* keine Reciprozität eingetreten ist, kann entweder mit den oben bereits mehrfach angemerkten übrigen inkongruenten Reaktionen des *Canna*-Serums zusammenhängen, ist aber vielleicht auch erklärlich durch den verschieden hohen Titer. *Canna* mit seinem hohen Titer und der dadurch bedingten grösseren Reichweite konnte die Gramineen erfassen, während diese umgekehrt vermöge ihrer geringeren Serum-Reichweite die *Cannaceae* nicht mehr erreichten. – Bezüglich der übrigen nicht reciproken Reaktionen wurden die betr. Familien von den *Gramineae* aus gleichfalls nicht erreicht. Ich war selbst mit dem *Avena*-Serum, dessen schwierige Gewinnung ich oben geschildert habe, nicht zufrieden. Sollten die Hindernisse an der Erzielung des *Gramineae*-Serums tatsächlich mit der Gras-Nahrung der Kaninchen verbunden sein, was durch weitere Untersuchungen erst geklärt werden müsste, so würde für diese Familie wenigstens sich die Verwendung eines Fleischfressers behufs Gewinnung des Immun-Serums empfehlen. – Im Übrigen mache ich darauf aufmerksam, dass positive Reaktionen serologisch eine erheblich grössere Bedeutung besitzen wie negative (86) und dass ich demnach nicht der Meinung bin, dass die nicht reciproken *Gramineae*-Reaktionen für Schlüsse völlig unverwertbar sind.

Von anderen Ästen des Systems wurde bereits verschiedentlich, und zwar stets mit negativem Ergebnis, nach den *Gramineae* hin reagiert; ich zähle auf: ausgehend von den *Umbelliferae (Petroselinum sativum*, 87), *Cucurbitaceae (Cucurbita Pepo*, 88) *Rosaceae (Pirus prunifolia*, 89), *Juglandaceae (Juglans regia*, 90), *Betulaceae (Corylus avellana*, 91), *Fagaceae (Fagus silvatica*, 92), *Aizoaceae (Mesembryanthemum crystallinum*, 93) *Proteaceae (Grevillea robusta*, 94), *Rhamnaceae (Frangula Alnus*, 95).

Wird nach diesen sero-diagnostischen Befunden die Stellung der Gramineen im System bestimmt, so kann es gar keinem Zweifel unterliegen, dass deren nächste Verwandten bei den *Cyperaceae*, *Commelinaceae* und etwas weiter entfernt (siehe den höheren Titer des Serums!) *Liliaceae* zu suchen sind; dagegen stehen die primären

Monokotylen *(Alismataceae)* erheblich weiter entfernt. So bestätigt also die Sero-Diagnostik diejenigen Ansichten, welche in den Gramineen eine reduzierte, nicht eine ursprüngliche Form der Monokotylen erblicken.

8. *CYPERACEAE*. - Nach PAX (96) soll engere Verwandtschaft der *Cyperaceae* mit anderen Familien überhaupt nicht besetehen; auch mit den *Gramineae* und *Juncaceae* soll nur habituelle Ähnlichkeit infrage kommen. - WETTSTEIN (97) zieht stark in Erwägung, fussend auf dem Bau der Samenanlage und des Samens, ob die *Cyperaceae* im Anschluss an die *Juncaceae* und *Flagellariaceae* nicht unter die *Liliiflorae* eingereiht werden sollen. Jedenfalls ist sich WETTSTEIN darüber nicht zweifelhaft, dass die *Cyperales* eine Ausgliederung, und zwar ein Endglied des Liliifloren-Typus darstellen Er konnte sich zur Eingliederung in die *Liliiflorae* nur deshalb nicht entschliessen, weil diese Reihe dadurch zu sehr an Einheitlichkeit verlieren würde.

Von *Carex arenaria* erhielt ich ein Serum mit dem Titer 1/6400.

Stark positiv reagierten damit die *Gramineae (Andropogon Sorghum,* reciprok), die *Commelinaceae (Commelina coelestis)*, die *Liliaceae (Allium Cepa,* auch reciprok, *Fritillaria imperialis, Ornithogalum nutans, Muscari racemosum, Veratrum album)*, die *Juncaceae (Luzula campestris)*, die *Iridaceae (Iris sibirica,* reciprok, *Crocus vernus)*; auch die *Sparganiaceae (Sparganium ramosum)* ergaben Reaktion von erheblicher Stärke.

Schwächere Reaktionen ergaben die *Alismataceae (Alisma Plantago)*, die *Amaryllidaceae (Leucojum vernum)*, die *Araceae (Calla palustris)*, die *Butomaceae (Butomus umbellatus)*, die *Juncaginaceae (Triglochin maritima)* , die *Potamogetonaceae (Potamogeton perfoliatus)* und die *Typhaceae (Typha latifolia*, letztere auch reciprok).

Erreicht wurden von andern Ausgangspunkten her die *Cyperaceae* mit starker Reaktion kommend von den *Alismataceae (Alisma Plantago)*, den *Typhaceae (Typha latifolia)* und den *Cannaceae (Canna indica)* Angesichts der auch hier wieder mit dem *Canna*-Serum bestehenden Inkongruenz verweise ich darauf, dass dieses den Titer 1/12800, das *Carex*-Serum nur den Titer 1/6400 hatte. Auf diese Differenz könnten die verschiedenen Reziprok-Reaktionen hier zurückgeführt werden.

Mit schwächerer Reaktion wurden die *Cyperaceae* erreicht ausgehend von den *Liliaceae (Allium Cepa)* und den *Iridaceae (Iris sibirica)*

Negativ, und zwar reciprok, waren die Reaktionen der *Cyperaceae* mit den *Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum)* und den *Palmae (Cocos nucifera)*.

Von den Monokotylen fernstehenden Familien wurde bisher allein ausgehend von *Fagus silvatica* mit negativem Ergebnis zu den *Cyperaceae* hin reagiert (98).

Nach diesen sero-diagnostischen Versuchen gehören die *Cyperaceae* ohne Zweifel dem gleichen Seitenzweig des Monokotylen-Stammes an wie die *Gramineae*. Beachtenswert erscheint auch hier die Reaktion mit den *Commelinaceae*, welche die genauere Lokalisation des *Glumiflorae*-Zweiges bestimmt, sowie die Erscheinung, dass von den *Cyperaceae* aus die Reaktionen tiefer reichen als von den *Gramineae*. Dies lässt darauf schliessen, dass die letzteren weiter fortentwickelt sind; auch das Diagramm der *Scirpoideae* spricht für relative Nähe der mit vollständigem Diagramm versehenen Monokotylen.

D. PRINCIPES.

9. *PALMAE*. - DRUDE (99) bezeichnet diese Gruppe als eine sehr ausgezeichnete, fast übergangslose Familie; er lässt *Phytelephas* und *Nipa* als Übergänge zu den *Pandanaceae* gelten aufgrund einiger Anomalien ihrer Blütenhülle. Frucht und Blüte sind nach ihm sichere und ausnahmslose Merkmale der Palmen-Gruppe. Eine Ähnlichkeit der Blätter mit den *Cyclanthaceae* lässt DRUDE gelten.

WETTSTEIN (100) kann eine n a h e Verwandtschaft der in seiner 8. Reihe *Spadiciflorae* vereinigten Familien nicht anerkennen; gewisse auffallende Übereinstimmungen einiger morphologischer und anatomischer Merkmale könnten gut in Übereinstimmung gebracht werden damit, dass es sich um einen Grundtypus handle, jedoch lässt er auch Gründe gelten für die Zerlegung der Reihe. Nach der Morphologie der

Blüten stehe nichts im Wege, die *Spadiciflorae* vom *Liliaceae* -Typus abzuleiten, allerdings müsse diese Entwickelung als weit zurückliegend angenommen werden.

Ich erzielte ein Immunserum von *Cocos nucifera* mit dem Titer 1/6400.

Starke Reaktionen ergaben mit diesem Serum die *Alismataceae (Alisma Plantago, Sagittaria sagittifolia)* , die *Araceae (Arum maculatum, Calla palustris)*, die Gramineae *(Avena sativa, Andropogon Sorghum)*, die *Liliaceae (Veratrum album, Fritillaria imperialis, Muscari racemosum, Allium Cepa)*.

Schwächer positive Reaktionen ergaben die *Butomaceae (Butomus umbellatus), Commelinaceae (Commelina coelestis), Juncaceae (Luzula campestris), Iridaceae (Iris sibirica, reciprok)* und die *Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum,* reciprok) sowie die *Potamogetonaceae (Potamogeton perfoliatus)*.

Besonders beachtenswert ist eine schwach positive Reaktion, die zu den *Magnoliaceae (Illicium anisatum)* hin gelang.

Negative Reaktionen ergaben die *Amaryllidaceae (Narcissus poeticus), Bromeliaceae (Aechmea bracteata), Cannaceae (Canna indica), Cyperaceae (Carex arenaria), Juncaginaceae (Scheuchzeria palustris), Menispermaceae (Menispermum dahuricum), Nymphaeaceae (Nuphar luteum), Orchidaceae (Epipactis palustris), Pontederiaceae (Pontederia cordata)* und die *Sparganiaceae (Sparganium ramosum)*.- Mit den *Typhaceae* konnten damals noch keine Versuche angestellt werden, weil zu jener Zeit noch keine *Typha*-Samen mir zur Verfügung standen.

Durch positive Reaktionen wurden die *Palmae* erreicht ausgehend von den *Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum,* reciprok) und den *Iridaceae (Iris sibirica,* reciprok).

Negativ waren die Reaktionen ausgehend von den *Gramineae (Avena sativa*, Reciprozität fehlt!), *Cyperaceae (Carex arenaria*, auch reciprok) und den *Typhaceae (Typha latifolia)*.

Von andern Ästen des Systems wurden bisher noch keine Versuche nach den Palmen hin unternommen.

Für die Bestimmung der Anordnung der *Palmae* am Stammbaum sind mir von Wichtigkeit zunächst die Reaktionen mit den niederen Monokotylen, welche sogar über diese Gruppe hinaus bis zu den *Magnoliaceae* reichen. Damit wird das bekannte hohe geologische Alter der Palmen bestätigt. Aber auch die Reaktionen zu den mittlhoch stehenden Monokotylen-Familien, insbesondere zu den *Liliaceae*, sind zu beachten. Wir können deshalb die Palmen keinewegs an der Basis des Monokotylen-Astes ansetzen, sondern müssen ihnen eine Stellung zwischen den *Alismataceae* und *Liliaceae*, den letzteren vielleicht mehr genähert, geben. - Über die ganz nahen Beziehungen der Palmen zu den Spathifloren wird gleich zu handeln sein.

E. SPATHIFLORAE.

10. *ARACEAE* . - Entgegen der mehr isolierten Stellung, welche die *Araceae* in den gesamten früheren Systemen einnehmen und welche zur Konstruktion der eigenen Reihe der *Spathiflorae* geführt hat, vereinigt WETTSTEIN (100) *Araceae* und *Palmae* unter der Reihe der *Spadiciflorae*. Mit dieser Anschauung stimmen die Serum-Reaktionen gut überein.

Eine Immunisation mit *Araceae*-samen fand wegen Mangel an Material nicht statt. Für die Reaktionen mit den *Araceae* wurde allgemein *Calla palustris* verwendet, nur in wenigen Fällen auch *Arum maculatum*.

Gut positive Reaktionen mit den *Araceae* wurden erzielt vor allem vom Ausgangspunkt der *Palmae (Cocos nucifera)*, dann auch der *Cyperaceae (Carex arenaria)*, der *Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum), Alismataceae (Alisma Plantago)* und mit dem sehr starken Immunserum der *Cannaceae (Canna indica)*.

Erheblich schwächer waren die Anschlüsse ausgehend von den *Gramineae (Avena sativa)* und *Iridaceae (Iris sibirica)*.

Ich kann die von den *Liliaceae (Allium Cepa)* aus erhaltene negative Reaktion nicht verschweigen; dieselbe stellt eine starke Inkongruenz dar; dagegen hat der negative Ausfall der Reaktion von *Typha* her nichts Überraschendes.

Von anderen, ausserhalb der Monokotylen liegenden Systemstellen her reagierte LANGE (101) ausgehend von *Magnolia Lenneana* und ausgehend von *Nymphaea alba* nach *Calla palustris*. Das Ergebnis war negativ.

Abgesehen von der bezüglich der *Liliaceae*-Reaktion angemerkten zweifellosen Unstimmigkeit ist nach den Serum-Reaktionen kein Grund vorhanden, die *Araceae* den Palmen nicht anzuschliessen und die beiden Reihen der *Spadiciflorae und Spathiflorae*, so wie WETTSTEIN dies will, zu vereinigen. Über ihre Anordnung am Stammbaum ist das oben bei den *Palmae* gesagte zu wiederholen.

F. FARINOSAE.

11. ***BROMELIACEAE*** . - Nach WITTMACK (102) sind die *Bromeliaceae* so regelmässige Monokotylen, dass sie deren typischsten Familien, den *Liliaceae* und *Amaryllidaceae*, ausserordentlich nahe stehen; auch WETTSTEIN (103) stellt die *Bromeliaceae* in die Reihe der *Liliiflorae*, doch trennt sie von diesen ohne allen Zweifel ihr mehliges Endosperm. - Es standen mir nur sehr wenig Samen von *Aechmeabracteata* zur Verfügung; ein Immuntier konnte deshalb von dieser Familie nicht erreicht werden.

Die Reaktionsfähigkeit der Bromeliaceen-Samen war überaus gering. Deutliche positive Reaktionen erhielt ich mit *Aechmea bracteata* ausgehend von den *Alismataceae (Alisma Plantago*, Titer 1/6400), den *Liliaceae (Allium Cepa*, Titer 1/12800) und den *Cannaceae (Canna indica*, Titer 1/12800).

Negativ reagierten die *Bromeliaceae* von den Ausgangspunkten der *Gramineae (Avena sativa), Cyperaceae (Carex arenaria), Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum), Palmae (Cocos nucifera), Iridaceae (Iris sibirica)* und *Typhaceae (Typha latifolia)*.

Von anderen Ästen des Systems wurden Reaktionen nach den *Bromeliaceae* hin bisher noch nicht ausgeführt.

Über die genauere Stellung der *Bromeliaceae* kann nach diesen Reaktionen noch nichts ausgesagt werden; dazu wird eine diese Familie als Zentrum benützende Immunisation notwendig werden. In Anbetracht der Reaktion mit den *Cannaceae*, von welcher ich allerdings angesichts der Zweifel, die sich auch sonst bezüglich des *Canna*-Serums ergeben haben, nicht besondere Beweiskraft behaupten kann, stelle ich die Bromeliaceen oberhalb der *Liliaceae*. Die sehr wünschenswerte, aber noch nicht erreichte Gewinnung eines *Commelinaceae*-Serums wird zusammen mit einer von den *Bromeliaceae* ausgehenden Immunisation erheblich mehr über die Stellung dieser Familie auszusagen geeignet sein.

12. ***COMMELINACEAE.*** - Nach WITTMACK (102) kann diese Familie in phylogenetische Beziehungen zu den *Bromeliaceae* gebracht werden in Hinblick auf die Differentiation ihrer Blütenhülle in einen kelchartigen äusseren und einen kronartigen innern Kreis. WETTSTEIN (104) reiht die *Commelinaceae* den *Enantioblastae* ein, welch' letztere er den *Liliiflorae* nahe stellt; er erwähnt das mehlige Endosperm und den dem Nährgewebe seitlich anliegenden Embryo, welche beiden Merkmale den *Commelinaceae* und den *Bromeliaceae* gemeinsam sind.

Die *Commelinaceae (Commelina coelestis)* wurden mit starker positiver Reaktion erreicht von den Ausgangspunkten der *Alismataceae (Alisma Plantago), Gramineae (Avena sativa), Cyperaceae (Carex arenaria)* und *Typhaceae (Typha latifolia)*.

Schwächere positive Reaktionen ergaben die Ausgangspunkte der *Liliaceae (Allium Cepa)* und *Palmae (Cocos nucifera)*.

Mit negativem Ergebnis wurde reagiert ausgehend von den *Cannaceae (Canna indica), Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum)* und *Iridaceae (Iris sibirica)*.

Von anderen Ästen des Systems wurden bisher noch keine Reaktionen mit den *Commelinaceae* versucht.

Auch über die Stellung dieser Familie ist bisher noch wenig auszusagen; beachtenswert erscheinen mir besonders die starken Reaktionen mit den *Gramineae* und *Cyperaceae*, welche die oben bereits diskutierte Anschluss-Möglichkeit der *Glumiflorae* beleuchten und von erheblicher Wichtigkeit sind - Die Reaktionen der *Com-*

melinaceae mit den zu den niederen Monokotylen gehörigen *Alismataceae* und *Typhaceae*, insbesondere die letztere, veranlassen mich, die *Commelinaceae* von den *Bromeliaceae* getrennt auf einen besonderen Zweig des Monokotylen-Astes zu verlegen. Doch betone ich besonders, dass die ganze Anordnung der Monokotylen-Familien noch als vorläufige und weiterer Untersuchungen bedürftige anzusehen ist.

13. *PONTEDERIACEAE.* - Nach SCHÖNLAND (105) schliessen sich die *Pontederiaceae* dem Blütenbau nach den *Liliaceae* an, sind aber von diesen durch den sympodialen Aufbau und eine Anzahl anatomischer Eigentümlichkeiten verschieden. Eine nahe Verwandtschaft lässt SCHÖNLAND weder mit den *Liliaceae* noch mit den *Bromeliaceae* gelten. - WETTSTEIN (106) stellt die *Pontederiaceae* in die Reihe der *Liliiflorae*.

Mir standen nun ganz wenige Samen von *Pontederia cordata* zur Verfügung, die leider nur, und zwar mit negativem Erfolg, von den *Gramineae (Avena sativa)* und den *Palmae (Cocos nucifera)* aus geprüft wurden. Auch von meinen Vorgängern existieren keine Reaktionen mit den *Pontederiaceae*, sodass ich über die Stellung dieser Familie gar nichts auszusagen vermag und dieselbe auch in dem am Ende der Arbeit gegebenen Stammbaum der Monokotylen mit Stillschweigen übergehen musste.

14. *JUNCACEAE.* - Nach BUCHENAU (107) erinnern die *Juncaceae* in ihrem äusseren Habitus an die *Gramineae* und *Cyperaceae*; nach dem Bau ihrer Blüten stehen sie den *Liliaceae* viel näher und erscheinen als eine primitive Form derselben. - Auch WETTSTEIN (108) stellt die *Juncaceae* den *Liliaceae* sehr nahe; nach ihm zeigen sie auch deutliche Beziehungen zu den *Cyperaceae*.

Ein Immuntier konnte von den *Juncaceae* nicht gewonnen werden; stark bis mittelstark positiv reagierten sie von den Ausgangspunkten der *Alismataceae (Alisma Plantago)*, *Cyperaceae (Carex arenaria)* und *Typhaceae (Typha latifolia)*. - Auf die auch hier wieder eintretende starke Reaktion der *Cannaceae (Canna indica)* möchte ich, ebenso wie dies bei vielen früheren Anschlüssen dieser Familie bemerkt wurde, nicht allzu viel geben; hier wird eine Nachprüfung notwendig sein.

Schwache Reaktionen erhielt ich von den Ausgangspunkten der *Liliaceae (Allium Cepa)*, der *Iridaceae (Iris sibirica)* und der *Palmae (Cocos nucifera)*.

Negative Reaktionen ergaben die *Gramineae (Avena sativa)* und die *Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum)*. - Von anderen Ästen des Systems existieren Reaktionen nach den *Juncaceae* hin bisher noch nicht.

Die Auswertung dieser Reaktionen ist bisher noch sehr schwierig; es fehlen noch erheblich weiter ausgedehnte Untersuchungen, insbesondere neue Immunisationen von den Central-Familien der Monokotylen aus und besonders kann erst dann etwas definitives über die Stellung der *Juncaceae* ausgesagt werden, wenn sie selbst als Immunisations-Zentrum verwendet worden sein werden. Die bisher vorliegenden Reaktionen weisen im Ganzen auf eine relativ niedere Stellung der *Juncaceae* am Monokotylen-Ast hin und auch die gute Reaktion, welche die *Bromeliaceae*, die den *Juncaceae* nahe verwandt sein dürften, nach *Alisma* hin gegeben haben, würde auf eine Anreihung der *Juncaceae* unterhalb der *Liliaceae* sprechen. Demnach ist die Stellung der Familie, wie sie in meiner Figur am Ende der Arbeit angegeben ist, nur eine provisorische. - Erwähnt sei noch, dass die gute Reaktion der *Juncaceae* mit den *Cyperaceae* einen Anschluss auch der *Gramineae* hätte erwarten lassen. Weswegen dieser nicht gefunden wurde, ist unsicher, doch könnte das eigentümliche Verhalten des Gramineen-Serums, über welches oben gehandelt wurde, mit diesem Manko zusammenhängen.

G. LILIIFLORAE.

15. *LILIACEAE.* - ENGLER (109) stellt die *Liliaceae* in nahe Verwandtschaft einerseits mit den *Juncaceae*, anderseits mit den *Amaryllidaceae*. - Nach WETTSTEIN (110) kommen die *Liliaceae* dem Grundtypus seiner *Liliiflorae* am nächsten, auch nach diesem Autor stehen sie den *Juncaceae* und *Amaryllidaceae* sehr nahe.

Nachdem zwei Tiere bei der Immunisation eingegangen waren, bekam ich bei ganz vorsichtiger Impfung und allmählig steigenden Dosen ein Immuntier von *Allium Cepa* mit dem für die Monokotylen hohen Titer von 1/12800; die Tiere vetragen das *Allium*-

Extrakt auffallend schlecht, werden kraftlos und gehen ohne besondere Krankheits-Symptome ein.

Stark positive Reaktionen ergab das *Allium*-Serum allein bei den Versuchen mit den *Amaryllidaceae (Leucojum vernum)*.

Schwächere, jedoch immer noch gut positive Reaktionen ergaben die *Alismataceae (Alisma Plantago*, auch reciprok), die *Cyperaceae (Carex arenaria*, auch reciprok), die *Gramineae (Andropogon Sorghum*, auch reciprok von *Avena* aus), die *Iridaceae (Crocus vernus*, auch reciprok von *Iris sibirica* aus), die *Typhaceae (Typha latifolia*, auch reciprok), *Bromeliaceae (Aechmea bracteata), Commelinaceae (Commelina coelestis), Juncaceae (Luzula campestris), Juncaginaceae (Triglochin maritimum), Potamogetonaceae (Potamogeton perfoliatus)* und *Sparganiaceae (Sparganium ramosum)*. - Über die Reaktionen zu Formenkreisen der *Ranales* wurde oben bereits gehandelt.

Negativ reagierten mit den *Liliaceae* die *Araceae (Calla palustris), Butomaceae (Butomus umbellatus), Orchidaceae (Epipactis palustris)* und die *Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum)*.

Erreicht wurden die *Liliaceae (Allium Cepa, Fritillaria imperialis, Hemerocallis flava, Ornithogalum nutans, Muscari racemosum, Veratrum album)* von folgenden Ausgangspunkten aus:

Mit starker Reaktion von den *Alismataceae (Alisma Plantago*, reciprok), *Gramineae (Avena sativa*, reciprok), *Cyperaceae (Carex arenaria*, reciprok), *Typhaceae (Typha latifolia*, reciprok). - Ohne Reziprozität ergaben die *Liliaceae* Reaktionen mit den Ausgangspunkten der *Palmae (Cocos nucifera)* und *Cannaceae (Canna indica)*. - Auch hier verweise ich wieder auf die mit dem *Canna*-Serum zutage tretende Unstimmigkeit; die Inkongruenz mit den *Palmae* ist, wie auch die mit den *Cannaceae*, später aufzuklären.

Mit schwacher Reaktion wurden die *Liliaceae* erreicht von den Ausgangspunkten der *Iridaceae (Iris sibirica)* und der *Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum)*. - Auch im letzteren Fall besteht in der Reciprok-Reaktion eine wenn auch nur geringere Abweichung. Diese ist umso merkwürdiger, als das *Liliaceae*-Serum einen höheren Titer hatte als dasjenige der *Zingiberaceae*.

Von anderen Ästen des Systems wurden, abgesehen von den oben aufgeführten Fällen, Reaktionen nach den *Liliaceae* hin noch nicht gemacht.

Für die Bestimmung der Stellung der *Liliaceae* ergeben die Serum-Reaktionen unzweideutig, dass diese Familie centrale Stellung unter den Monokotylen, fast gleich weit abstehend von den niederen wie von den abgeleiteten Familien einnimmt. Ich setze sie auf die Verbindungslinie zwischen den *Alismataceae* und den *Cannaceae*.

16. *AMARYLLIDACEAE*. - Diese trotz vielen Analogien und sehr grosser habitueller Ähnlichkeit durch das unterständige Ovar scharf charakterisierte Familie wird allgemein in die allernächste Verwandtschaft der *Liliaceae* gestellt. Es sei darauf hingewiesen, dass bei den *Bromeliaceae* die gleichen Differenzen, welche den Unterschied zwischen den *Liliaceae* und den *Amaryllidaceae* bedingen, nur zur Einteilung in Unterfamilien Verwendung finden. - Immunisation von den *Amaryllidaceae* aus fand nicht statt.

Mit starker Reaktion wurden die *Amaryllidaceae (Leucojum vernum)* erreicht allein von den *Liliaceae (Allium Cepa)* her; schwächer waren die Reaktionen ausgehend von den *Cyperaceae (Carex arenaria)* und *Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum)*.

Negativen Erflog hatten die Reaktionen ausgehend von den *Graminae (Avena sativa)* und den *Palmae (Cocos nucifera)*. - Von anderen Familien aus wurden bisher Reaktionen mit den *Amaryllidaceae* noch nicht ausgeführt.

Nach diesen serologischen Ergebnissen kann wohl gesagt werden, dass die bisherigen Anschauungen über die Stellung der *Amaryllidaceae* auch von dieser Seite aus eine volle Bestätigung erfahren haben. Ich lokalisiere die Familie auf einem kurzen Seitenzweig, welcher von den *Liliaceae* aus abgeht.

17. *TACCACEAE*. - Leider standen zu Versuchen mit dieser Familie nur ganz wenige Samen von *Tacca pinnatifida* zur Verfügung Dazu eignete sich diese Spezies sehr

schlecht zu sero-diagnostischen Versuchen, da ihre Samen-Extrakte durchweg mit allen Seren, also auch mit den Kontrollproben, Trübungen gaben. Es wird sich deshalb erst dann etwas über ihre Serum-Reaktionen aussagen lassen, wenn die *Taccaceae* als Immunisations-Zentrum benützt werden können. - Es ist bekannt, dass diese Familie im Allgemeinen in die Nähe der *Amaryllidaceae* gestellt wird (111).

18. *IRIDACEAE*. - Diese Familie wird in den meisten Fällen im Anschluss an die *Liliiflorae* behandelt; sie stellt jedoch einen in sich geschlossenen Verwandtschaftskreis dar ohne Mittelbildungen wie die übrigen zu den *Liliiflorae* zusammengefassten Familien.(112).

Nach mehrfachen Misserfolgen gelang es, mit *Iris sibirica* ein Tier auf den Serum-Titer 1/6400 zu bringen; diese Reaktionsfähigkeit bezog sich in der angegebenen Stärke nur auf *Iris* selbt, während sonst nur auffallend schwache Reaktionen erzielt wurden.

Deutlich positiv reagierten die *Alismataceae (Sagittaria sagittifolia*, auch reciprok von *Alisma Plantago* aus), die *Araceae (Arum maculatum), Cyperaceae (Carex arenaria*, auch reciprok), die *Gramineae (Avena sativa). Juncaceae (Luzula campestris), Juncaginaceae (Scheuchzeria palustris), Liliaceae (Veratrum album, Fritillaria imperialis, Colchicum autumnale, Ornithogalum nutans, Muscari racemosum* und *Allium Cepa* diese auch reciprok), die *Palmae (Cocos nucifera*, auch reciprok).

Negative Resultate ergaben die Reaktionen mit den *Bromeliaceae (Aechmea bracteata), Butomaceae (Butomus umbellatus), Cannaceae (Canna indica), Commelinaceae (Commelina coelestis), Potamogetonaceae (Potamogeton perfoliatus), Sparganiaceae (Sparganium ramosum)* und *Zingiberaceae (Aframomum Melegeta)*.

Erreicht wurden die *Iridaceae* mit teils starker teils mittelstarker Reaktion ausgehend von den *Alismataceae (Alisma. Plantago), Cyperaceae (Carex arenaria), Typhaceae (Typha latifolia)* und *Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum)*. - Die letztgenannte Reaktion entbehrt der Reciprozität und ist deshalb suspekt.

Schwächer waren die Reaktionen nach den *Iridaceae* hin ausgehend von den *Liliaceae (Allium Cepa), Cannaceae (Canna indica)* und *Palmae (Cocos nucifera)*.

Negativ war die *Iridaceae*-Reaktion ausgehend von den *Gramineae (Avena sativa)*. Auch in diesem Fall mangelt die Reciprozität und muss später nochmals Nachprüfung einsetzen.

Von anderen Ästen des Systems aus verliefen negativ die Reaktionen der *Iridaceae* (überall *Iris sibirica)* von den Ausgangspunkten der *Fagaceae (Fagus silvatica), Nyctaginaceae (Mirabilis Jalapa), Proteaceae (Grevillea robusta*, vergl. MALLIGSON (113)). - Dagegen gibt LANGE (114) schwach positives Ergebnis von *Sisyrinchium anceps* an mit den Immunseren von den *Aristolochiaceae (Aristolochia Sipho), Calycanthaceae (Calycanthus praecox)* und *Lardizabalaceae (Akebia quinata)*. - Diese Reaktionen werden einer Nachprüfung unterzogen werden müssen; unmöglich nach unsern heutigen Kenntnissen sind sie allerdings nicht, da sie sämtlich Familien betreffen, die der Basis der Monokotylen nahe stehen.

Sollen die *Iridaceae* am Stammbaum ihren Platz erhalten, so wird man sie nach ihren Serum-Reaktionen keineswegs den *Liliaceae* und besonders den *Amaryllidaceae* sosehr nähern dürfen, wie dies im allgemeinen nach ihren morphologischen Merkmalen geschieht. Dass gute Verwandtschaft mit diesen Formenkreisen vorhanden ist, geht zwar auch aus den Serum-Reaktionen hervor, insbesondere deuten diese darauf hin, dass auch die *Iridaceae* zu den Monokotylen mittelhoher Entwickelung gehören. Wenn ich sie etwas unterhalb der *Liliaceae* als Seitenzweig des Stammbaums ansetze, so geschieht dies unter Berücksichtigung ihrer weit nach unten reichender Serum-Reaktionen, obwohl ich nicht verkenne, dass die Unterständigkeit ihres Ovars eine höhere Stellung anzuzeigen scheint.

H. SCITAMINALES.

19. *MUSACEAE*. - Mir standen geringe Mengen Samen von *Musa rhodochlamys* zur Verfügung; die Reaktionen verliefen alle resultatlos, weil alle Proben einschliesslich der Kontrollen sich mit jedem Serum sofort trübten.

20. *ZINGIBERACEAE.* - Es ist PETERSEN (115) beizustimmen, dass die *Zingiberaceae, Marantaceae, Cannaceae* und *Musaceae* eine natürliche, eng geschlossene und wohl begrenzte Abteilung der Monokotylen darstellen; ob sie aber tatsächlich zu den übrigen Monokotylen-Familien so wenig Beziehung haben, wie PETERSEN annimmt, erscheint nach ihren Serum-Reaktionen zweifelhaft. WETTSTEIN (116) nimmt bei Berücksichtigung der Gesamtorganisation dieser Familien an, dass es sich hier um eine Modifikation des Liliifloren-Typus handle, bei welcher die Zygomorphie der Blüten immer stärker hervortritt; Wettstein stellt die *Scitaminales* deswegen zwischen die *Liliiflorae* und die *Gynandrae*.

Drei Tiere giengen ein bei Versuchen mit *Aframomum Melegeta*; mit *Elettaria Cardamomum* konnte ich auch erst beim dritten Tier durch vorsichtigste Gewöhnung an die Schädlichkeiten, welche das Eiweiss-Extrakt ausübte, eine Immunserum vom Titer 1/6400 erzielen.

Stark positive Reaktionen erhielt ich mit den *Cannaceae (Canna indica*, auch reciprok), mit den *Gramineae (Andropogon Sorghum), Iridaceae (Iris sibirica, Crocus vernus), Liliaceae (Allium Cepa)* und mit den *Palmae (Cocos nucifera*, auch reciprok).

Erheblich schwächer waren die Reaktionen mit den *Amaryllidaceae (Leucojum vernum)* und mit den *Orchidaceae (Epipactis palustris)*.

Negative Reaktionen ergaben die *Alismataceae (Alisma Plantago), Aristolochiaceae (Aristolochia Sipho), Berberidaceae (Podophyllum Emodi), Bromeliaceae (Aechmea bracteata), Butomaceae (Butomus umbellatus), Commelinaceae (Commelina coelestis), Cyperaceae (Carex arenaria), Juncaceae (Luzula campestris), Magnoliaceae (Magnolia Yulan), Menispermaceae (Menispermum dahuricum), Nymphaeaceae (Nuphar luteum), Potamogetonaceae (Potamogeton perfoliatus), Sparganiaceae (Sparganium ramosum), Typhaceae (Typha latifolia)* und *Juncaginaceae (Triglochin maritimum)*.

Diese von den *Zingiberaceae* aus gemachten und erreichten Anschlüsse sind derart eindeutig, dass ich sie für unbedingt beweisend ansehen möchte. In den Gegen-Reaktionen herrscht leider nicht dieselbe Klarheit:

Erreicht wurden die *Zingiberaceae* von den Ausgangspunkten der *Alismataceae (Alisma Plantago), Cannaceae (Canna indica*, reciprok), *Palmae (Cocos nucifera*, auch reciprok).

Negativ waren die Reaktionen nach den *Zingiberaceae* hin von den Ausgangspunkten der *Liliaceae (Allium Cepa*, wobei auf mangelnde Reciprozität hingewiesen sei), *Gramineae (Avena sativa), Cyperaceae (Carex arenaria), Iridaceae (Iris sibirica)* und *Typhaceae (Typha latifolia)*. - Hervorgehoben sei hier die Inkongruenz der *Iridaceae*-Reaktionen, welche einer späteren Aufklärung dringend bedarf.

Von anderen Systemästen wurde bisher zu den *Zingiberaceae* noch nicht reagiert; meine Vorgänger haben diese Familie nicht berücksichtigt gehabt.

Mit voller Klarheit geht insbesondere aus den eigenen Reaktionen des *Elettaria*-Serums hervor, dass die *Zingiberaceae* eine Familie der hohen, weit fortentwickelten Monokotylen sind. Die Anschlüsse zu den niederen Monokotylen werden unsicher resp. gehen verloren; diejenigen zu den mittelhohen Formen der Monokotylen-Reihe treten in den Vordergrund und schliesslich zeigt sich Reaktion mit den am höchsten stehenden Monokotylen, den *Orchidaceae*.

21. *CANNACEAE.* - Über die nahe Verwandtschaft der *Cannaceae* mit den *Zingiberaceae* besteht kein Zweifel.

Ich erhielt erst nach Verlust von zwei Versuchstieren mit *Canna indica* ein Serum vom Titer 1/12800. Dass dies Serum keine zuverlässigen Reaktionen lieferte, wurde im Vohergehenden bereits mehrfach betont; trotzdem gebe ich, um bei meinen Untersuchungen völlige Klarheit dessen, was ich gefunden habe, herrschen zu lassen, diese Reaktionen ohne Kommentar wieder.

Stark reagierten mit dem *Canna*-Serum die *Alismataceae (Alisma Plantago), Araceae (Arum maculatum, Calla palustris), Bromeliaceae (Aechmea bracteata), Cyperaceae (Carex arenaria), Gramineae (Andropogon Sorghum), Juncaceae (Luzula campestris), Juncaginaceae (Triglochin maritimum), Liliaceae (Veratrum album, Fritillaria imperialis, Sabadilla officinalis, Asparagus officinalis, Allium Cepa, Ornitho-*

galum nutans), Nymphaeaceae (Nuphar luteum), Orchidaceae (Epipactis palustris), Potamogetonaceae (Potamogeton perfoliatus), Sparganiaceae (Sparganium ramosum).

Schwächer reagierten die *Butomaceae (Butomus umbellatus), Iridaceae (Iris sibirica, Crocus vernus). Magnoliaceae (Illicium anisatum), Zingiberaceae (Aframomum Melegeta), Menispermaceae (Menispermum dahuricum).*

Negative Reaktion ergaben die *Typhaceae (Typha latifolia).*

Wären diese letzteren negativen Reaktionen nicht vorhanden, so könnte man das *Canna*-Serum unter diejenigen Sera rechnen, welche mit allen geprüften Samenextrakten Niederschläge geben und deshalb für Verwandtschafts-Reaktionen überhaupt unverwendbar sind. Spätere Untersuchungen müssen in diesem Punkt Klarheit schaffen.

Erreicht wurden die *Cannaceae*, wie oben dargestellt wurde, von dem Ausgangspunkt der *Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum)* mit starker Reaktion; dass auch von *Alismataceae* aus eine schwächere Reaktion zu den *Cannaceae* glückte, ist erwähnt worden.

Negative Resultate ergaben dagegen die Versuche ausgehend von den *Liliaceae (Allium Cepa), Gramineae (Avena sativa), Cyperaceae (Carex arenaria), Palmae (Cocos nucifera), Iridaceae (Iris sibirica)* und *Typhaceae (Typha latifolia).*

Von meinen Vorgängern liegen keine Reaktionen nach den *Cannaceae* hin vor.

Der Platz im System, unter den am meisten fortentwickelten Monokotylen, ergibt sich aus der starker Reaktion ausgehend von den *Zingiberaceae* zu den *Cannaceae* ganz zweifellos und stimmt mit den bisherigen allgemeinen Anschauungen über die Verwandtschaft der in Frage stehenden Familien überein.

I. MICROSPERMAE.

22. *ORCHIDACEAE.* - Nach PFITZER (117) steht es offen, an welchen Formenkreis die Orchideen sich anlehnen. Von den *Amaryllidaceae, Bromeliaceae* und *Iridaceae* unterscheiden sie sich durch die unvollständigen Staubblattkreise und die völlig abweichende Samenbildung; die *Musaceae, Zingiberaceae* und *Marantaceae* haben die grossen, Endosperm und Perisperm enthaltenden Samen, welche von dem Bau der Samen der *Orchidaceae* überaus weit abweichen.

WETTSTEIN (118) stellt die *Orchidaceae* seinen *Liliiflorae* am nächsten, obwohl er keine direkten Beziehungen zu einer von den Reihen der Monokotylen nachweist. Es sei der durch die extreme Anpassung an den Insektenbesuch modifizierte Blütentypus gemeinsam mit histologischen Momenten, welche die *Orchidaceae* mit den *Liliiflorae* verbinden sollen.

SCHUMANN (119) sieht in den *Scitaminales* die vermittelnde Reihe, welche sich zwischen *Amaryllidaceae* und *Orchidaceae* einschiebt; diese Anschauung passt mit den sero-diagnostischen Befunden gut zusammen.

Durch starke Reaktionen wurden die *Orchidaceae* , welche wegen Samen-Mangels nicht als Immunisations-Zentrum verwendet werden konnten, erreicht von den Ausgangspunkten der *Cannaceae (Canna indica)* und *Zingiberaceae (Elettaria Cardamomum)*; schwächer waren die Reaktionen ausgehend von den *Iridaceae (Iris sibirica).* - Nicht unerwähnt kann bleiben und muss später noch aufgeklärt werden, dass auch von den *Alismataceae (Alisma Plantago)* her eine deutliche Reaktion zu den *Orchidaceae* sich ergeben hat.

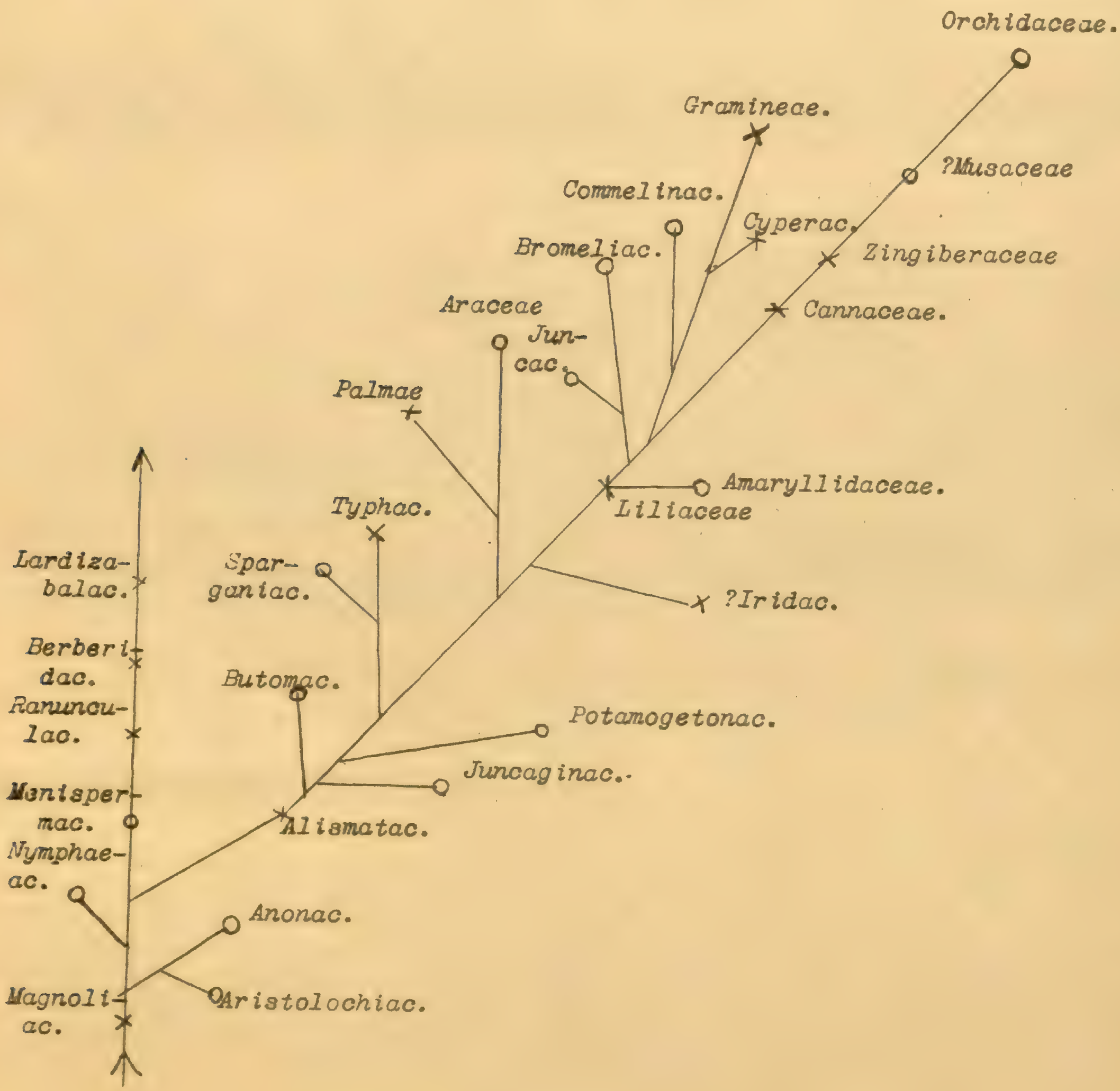
Negativ reagierten die *Orchidaceae* mit den Sera der *Liliaceae (Allium Cepa), Gramineae (Avena sativa), Cyperaceae (Carex arenaria), Palmae (Cocos nucifera),* und *Typhaceae (Typha latifolia).* - Bei diesen Reaktionen ist zu bemerken, dass von *Epipactis palustris* nur wenig Samen vorhanden waren, dass die sehr kleinen Samen nur sehr wenig Eiweiss an das Lösungsmittel abgaben und dass deshalb die technischen Schwierigkeiten der Reaktionen sehr erheblich waren. Wem grössere Mengen von Orchideen-Samen zur Verfügung stehen, wird neben einem Immuntier auch eine Nachprüfung der angegebenen Reaktionen zu erzielen suchen.

Von keinem andern Ast des Stammbaums aus wurde bisher nach den *Orchidaceae* hin reagiert; ich stelle die Familie, besonders ihrer starken Reaktion mit den *Zingiberaceae*, aber auch der schwachen Reaktion mit den *Liliaceae* wegen an die

Spitze des Monokotylen-Astes der Angiospermen. Dieser Ast ist von seiner Basis ab durch meine Untersuchungen in serologischer Hinsicht im allgemeinen geklärt worden. Nur wenige resp. sehr kleine Familien konnten aus Samen-Mangel nicht untersucht werden; dies waren die *Pandanaceae, Najadaceae, Aponogetonaceae, Hydrocharitaceae, Triuridaceae, Cyclanthaceae, Lemnaceae, Flagellariaceae, Restionaceae, Centrolepidaceae, Mayacaceae, Xyridaceae, Eriocaulaceae, Thurniaceae, Rapateaceae , Cyanastraceae, Philydraceae, Stemonaceae, Haemodoraceae, Velloziaceae, Dioscoreaceae, Marantaceae* und *Burmanniaceae.*

ZUSAMMENFASSUNG.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen über die Verwandtschaftsverhältnisse der Monokotylen fasse ich im folgenden Schema zusammen. Die Familien, welche als Immunisations-Zentra gedient haben, sind mit x, die nur im Anschluss erreichten mit o bezeichnet.



LITERATUR-VERWEISE.

(1) ARBER und PARKIN, Ursprung der Angiospermen. Oesterr. bot. Ztschr. 1908, nr. 3. - (2) WETTSTEIN, Handb. d. system. Bot. p. 375. - (3) Wettstein, l.c. p. 374. - (4) KIRSTEIN, Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaften innerhalb der Pflanzengruppe der Gymnospermen, Diss. Königsberg 1918, p. 36 und in Mez, Archiv II. (1922) p. 62. - (5) SEWARD nach Lotsy, Bot. Stammesgesch. III.1, p. 21. - (7) MEZ und GOHLKE in Cohn's Beitr. XII, p. 177. - (8) A. BRAUN in Aschers. Fl. Prov. Brandenb. (1864). - (9) LANGE, Diss. Königsberg 1914, p. 9. - (10) EICHLER, Syllabus (1886) p. 39. - (11) ENGLER-GILG, Syllabus 7. ed. p. XVI, XVII. - (12) WETTSTEIN, l.c. p. 466. - (13) KIRSTEIN, l.c. p. 4 und 64. - (14) HALLIER in Arch. Néerland. 3. Ser. B. I (1912) p. 146. - (15) LANGE, l.c. p. 15.- (16) WETTSTEIN, l.c. p. 469, Anmerk. - (17) FRITSCH , Stellung der Monokotyledonen im Pflanzenreich, in Engl. Jahrb. XXXIV (1905), 5. Heft. - (18) GRAF in Beih. Bot. Zentralbl. XXXVIII (1921) p. 448. - (19) WETTSTEIN, l.c. p. 454. - (20) DRUDE, Die system. Anordnung d. Phanerogamen, p. 184. - (21) COULTER, Morphol. of Angiosperms p. V und 1 - 4. - (22) ENGLER in Abh. Akad. Wissensch. Berlin 1892, p. 52. - (23) WETTSTEIN, l.c. p. 467. - (24) Strasburger, Lehrb. ed. 1919, p. 509. - (25) HALLIER, l.c. p. 80 ff. - (26) ARBER und PARKIN, l.c. p. 53. - (27) SARGANT, Ethel, The Reconstruction of a Race of Primitive Angiosperms in Ann. Bot. XXII (1908) p. 135. - (28) SARGANT, l.c. p. 138. - (29) SARGANT, l.c. p. 140. - (30) HOLM, Podophyllum peltatum, in Bot. Gaz. XXVII (1899) p. 419. - (31) JEFFREY Comparative Anatomy of Angiosperms, in Coulter and Chamberlain, Morphologie of Angiosperms (New-York 1903) p. 311. - (32) ANDERSSOHN, Über die Entwickelung d. primären Gefässbündelstränge der Monokotylen, Bih. till K. Svensk. Akad. Handl. XIII (1888). - (33) SARGANT, l.c. p. 144. - (34) Quéva, Contrib. a l'anat. des Monocotyledonées in Trav. et Mem. Univ. Lille 1899. - (35) SARGANT, l.c. p. 145- (36) HILL in Ann. Bot. XX (1906) p. 395. - (37) HILL and DE TRAINE, On the seedling structure of Gymnosperms in Ann. Bot. XX (1906) p. 471. - (38) KOCH, Unters. über d. Entwickelung d. Cuscuteen in Hanstein, Bot. Abh. II, Heft 3. - (39) SARGANT, l.c. p. 147. - (40) SARGANT, l.c. p. 148. - (41) SCHMID, Beitr. z. Embryo-Entw. einiger Dikotylen in Bot. Ztg. 1902, p. 207. - (42) STERCKS, Rech. anatom. sur l'embryon et les plantules dans la famille des Renonculacées in Mem. Soc. Roy. Sci. Liège 1899. - (43) SARGANT, l.c. p. 160. - (44) TAUSLEY and THOMAS, The phylogenetic Value of the vascular structure of Spermatophytic Hypocotyls in Rec. Brit. Ass. Sect. K, 1906, p. 761. - (45) SARGANT, l.c. p. 167 ff. - (46) Vergl. auch LOTSY, l.c. p. 623. - (47) LYON, The Phylog. of the cotyledon in Postelsia 1901, p. 57. - (48) HENSLOW, Theoretical origin of the Endogens from Exogens in Journ. Linn. Soc. XXIX (1892) p. 485. - (49) A. K. SCHINDLER in Engl. Jahrb. XXXIV (1904) Beibl. 77, p. 68. - (50) HILL, Morphologie and Seedling-structure of the geophilous species of Peperomia in Ann. Bot. XX (1906) p. 395. - (51) SARGANT, l.c. p. 178. - (52) HOLM, l. c. - (53) R. E. FRIES, Ein unbeachtet gebliebenes Monokotylen-Merkmal bei einigen Polycarpicae, in Ber. D. Bot. Gesellsch. XXIX (1911) p. 292 - 301. - (54) LANGE, l.c. p. 61 - 70. - (55) PORSCH, Abstammung d. Monokotylen und die Blütennektarien in Ber. D. bot. Gesellsch. XXXI (1913) p. 580 ff. - (56) HOLMGREN, Zur Entwickelungsgeschichte von Butomus umbellatus in Svensk. Bit. Tidskr. VII (1913) p. 55 - 77. - (57) MEZ in Mez, Archiv I (1922) p. 177 ff. -(58) MAGNUS bei Janchen in Mitt. Naturw. Verein Univ. Wien IX (1910). - (59) WEDELSTADT und FELLNER in Zeitschr. f. Immunitätsforsch. VIII (1910) - (60) MEZ in Mez, Archiv I (1922) p. 177, 178. - (61) MEZ, l.c. p. 197. - (62) FRIEDBERGER und MEISSNER, Untersuchungen über Typen der Präzipitation in Klin. Wochenschr. I (1922) p. 1248 - 1250. - (63) Kirstein, l.c. p. 13 und 78. - (64) KIRSTEIN, l.c. p. 23 und 64; LANGE, l.c. p. 111. - (65) LOTSY, Bot. Stammesgesch. III, p. 865. - (66) LANGE, l.c. p. 114. - (67) LANGE, l.c. p. 38. - (68) MEZ, l.c. p. 199. - (69) BUCHENAU in Engl.-Prantl, Nat. Pflanzenfam. II, p. 233. - (70) LANGE, l.c. p. 42. - (71) BUCHENAU und HIERONYMUS in Engl.-Prantl, l.c. p. 223. - (72) MEZ, l.c.

p. 197. - (73) ASCHERSON in Engl.-Prantl, l.c. p. 201. - (74) LANGE, l.c. p. 27. - (75) ENGLER in Engl.-Prantl, l.c. p. 185 - (76) CELAKOWSKY, Über die Inflores-zenz von Typha, in Flora 1885, p. 627. - (77) EICHLER, Blütendiagr. I (1875) p 113. - (78) WETTSTEIN, l.c. p. 855. - (79) MALLIGSON in Mez, Archiv I (1922) p. 19; MEZ, l.c. p. 199. - (80) ENGLER in Engl.-Prantl, l.c. p. 193. - (81) CAMPBELL nach Engl.-Prantl, Nachtr. III, p. 8. - (82) GRAEBNER in Engler, Nat. Pflanzenfam. IV.9. (1900). -(83) HACKEL in Engl.-Prantl, l.c. p. 16. - (84) WETTSTEIN, l.c. p 819. - (85) SCHELLENBERG in Mez, Archiv I (1922) p. 257. - (86) MALLIGSON, l.c. p. 3. - (87) GOHLKE, Diss. Königsberg 1913, p. 100. - (88) GOHLKE, l.c. p. 106. - (89) GOHLKE, l.c..p. 151. - (90) GOHLKE, l.c p. 170. - (91) MALLIGSON, l.c. p. 3. - (92) MALLIGSON, l.c. p. 15. - (93) MALLIGSON, l.c. p. 7. - (94) MALLIGSON, l.c. p. 11. - (95) HOEFFGEN in Mez, Archiv I (1922) p. 92. - (96) PAX in Engl.-Prantl, Nat. Pflanzenfam. II, p. 104. - (97) WETTSTEIN, l.c. p. 816. - (98) MAL-LIGSON, l.c. p. 15. - (99) DRUDE in Engl.-Prantl, l.c. p. 25. - (100) WETTSTEIN, l.c. p. 843. - (101) LANGE, l.c. p. 28. - (102) WITTMACK in Engl.-Prantl, l.c. p. 40. - (103) WETTSTEIN, l.c. p. 791. - (104) WETTSTEIN, l.c. p. 811. - (105) SCHÖNLAND in Engl.-Prantl, l.c. p. 72. - (106) WETTSTEIN, l.c. p. 799. - (107) BUCHENAU in Engl.-Prantl, l.c. p. 4. - (108) WETTSTEIN, l.c. p. 800 - (109) ENG-LER in Engl.-Prantl, l.c. p. 17. - (110) WETTSTEIN, l.c. p 792. - (111) PAX in Engl.-Prantl, l.c. p. i29.- (112) PAX, l.c. p. 141. - (113) MALLIGSON, l.c. p. 6, 11, 15. - (114) LANGE, l.c. p. 44, 67, 97. - (115) PETERSEN in Engl.-Prantl, l c. p. 38. - (116) WETTSTEIN, l.c. p. 829. - (117) PFITZER in Engl.-Prantl, l.c. p. 75. - (118) WETTSTEIN, l.c. p. 833. - (119) SCHUMANN in Engl. Pflanzenr. IV. 45, p. 11.

MITTEILUNG DES HERAUSGEBERS

Die Hefte des Botanischen Archivs werden, um das Falzen und Einzel-Heften zu ersparen, als Ganzes abgezogen; es kann deshalb nur 7 Sonderdrucke pro Arbeit geben. Damit entgeht dem Archiv leider ein erhebliches Reklame-Mittel, denn jeder Sonderdruck, der vom Autor auf seine Koster verschickt wird, weist auch auf die Zeitschrift selbst hin und macht sie bekannt. -Anderseits sieht das Archiv in diesem Mangel auch wieder einen Vorteil, von dem es wünschte, dass er allen Deutschen Zeitschriften mehr bewusst würde. Dass die Zustände, wie sie vor dem Krieg mit den Separaten herrschten, ein Unfug waren, sei einmal offen ausgesprochen. Grosse Buchhandlungen hatten sich auf die Spezialität der Sonderdrucks-Wirtschaft geworfen. Zusammen mit unsern Dissertationen etc. wurden diese für unwürdig geringen Preis erworben und billg an die Kunden abgesetzt. Wer eine Arbeit brauchte, hatte nicht nötig, sich den Zeitschrift-Band zu besorgen, sondern kaufte für ein weniges, was notwendig war. Durch unsere vorzüglichen referierenden Zeitschriften wurde insbesondere auch das Ausland über den ungefähren Inhalt der einzelnen Arbeiten unterrichtet, kaufte die Sonderdrucke und sparte die Bände. Man muss doch darüber sich klar sein: in keiner Zeitschrift, selbst nicht in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften, sind alle Arbeiten gleich wichtig und für weitere Kreise von gleichem Interesse. Überall muss das Hervorragende das Mindere, ein Heft das andere, ein Band die andern Bände tragen. Wir sind in Deutschland ein armes Volk geworden; so muss auch unsere geistige Produktion sich gegenseitig stützen und unsere Wirtschaft sollte nich dadurch geschädigt werden können, dass aus den Bänden in Form von Separaten herausgepickt wird, was notwendig gebraucht wird, während der Rest unbeachtet liegen bleibt. Im Übrigen wird die Not der Zeit auch den Sonderdruck-Unfug beseitigen. Sind die in Buchdruck hergestellten Zeitschriften (was, leider! nur eine Frage kurzer Zeit zu sein scheint) erst tot, so hören die Separata ganz von selbst auf. Durch seine Herstellung ist es dem Botanischen Archiv verwehrt, Separata in grösserer Zahl zu geben; sollte es den Anfang zu einer Einschränkung und endlichen Abschaffung der Sonderdrucks-Wirtschaft machen, so würde ich auch darin einen Fortschritt gegen den früheren Zustand im Interesse unserer Volkswohlfahrt sehen.

Die Flora der Granattrichter im Aisne - Gebiet (Frankreich).

Von FR. STEINECKE (Königsberg Pr.).

Vom 2. bis 30. September 1918 lag ich mit meiner Formation in einem fast baumlosen, mit dürftiger Triftflora bestandenen hügeligen Gelände bei Juvincourt im Kreidegebiet der Champagne östlich der Aisne. Die Gegend war von Schützengräben durchzogen und besät mit Granattrichtern alten und jungen Datums, da seit dem Jahre 1914 dieses Plateau mehrmals im Kampfbereich gelegen hatte. Schon von weitem waren die Granattrichter jüngsten Datums kenntlich, die sich infolge des weissen Kreide-Untergrundes als weisse Flecke in dem grünen Plateau abhoben. Die Wände dieser Trichter zeigten sich bei nährerer Untersuchung je nach ihrem Alter von verschiedenen Pflanzen besiedelt. Eine Anzahl Arten, die sich in den Trichtern vorherrschend fanden, fehlten sonst im allgemeinen der Umgebung, sodass für diese Pflanzengenossenschaft eine besondere Bezeichnung als "Granattrichter-Flora" nicht ganz unberechtigt wäre. Ferner war die Flora der jüngeren Trichter verschieden von der der älteren Trichter. Je nach dem Alter der Granattrichter liessen sich unterscheiden:

I. Primäre Trichterflora (Granattrichter von Sommer 1917 bis Sommer 1918 entstanden;

II. Sekundäre Trichterflora (Granattrichter von Sommer 1916 bis Sommer 1917 entstanden);

III. Tertiäre Trichterflora (Granattrichter vor Sommer 1916 entstanden).

Die p r i m ä r e n T r i c h t e r p f l a n z e n auf der nackten Kreide fehlen der Umgebung. Es sind durchweg kleine Exemplare von niedrigem, eng dem Boden anliegendem Wuchs. Sie blühen reichlich und machen infolge der kleinen Blätter und Stengel und der grossen Blüten durchaus den Eindruck von Höhenpflanzen (*Aethusa cynapium* 3 cm hoch in voller Blüte). - Die geringe Entwickelung der grünen Organe ist eine Folge der ungünstigen Nährstoff- und Wasserverhältnisse, sowie der auf dem rein weissen Untergrund besonders intensiven Sonnenbestrahlung. Behaarung, Anthocyanbildung (besonders auffällig bei *Iberis amara, Trifolium procumbens, Linaria minor, Polygonum aviculare, Setaria viridis*), Rosettenbildung und Anschmiegen an die Unterlage (*Anagallis, Iberis, Reseda Phyteuma* auch mit den Blütenstengeln) sind weitere Folgen, vielleicht Schutz-Einrichtungen gegen die Licht-Intensität. Fast alle blühenden primären Trichterpflanzen sind naturgemäss einjährige Arten; die mehrjährigen breiten sich langsamer aus.

Die s e k u n d ä r e T r i c h t e r f l o r a weist nicht mehr alle Vertreter der primären Trichterpflanzen auf, während andere Arten, meist Ackerpflanzen, die Vorherrschaft erlangen. Einzelne Elemente der umgebenden Flora der sonnigen Kreidehügel mischen sich ein.

Bei der t e r t i ä r e n T r i c h t e r f l o r a sind die primären Trichterpflanzen verschwunden und auch die sekundären in der Minderzahl. Dafür machen sich Ruderal- und Triftpflanzen gegenseitig den Vorrang streitig. Die oberen Ränder der Trichter zeigen besonders starken Pflanzenwuchs als Folge der durch seitliche Lufteinwirkung erfolgten lebhafteren Verwesung in der Bodenkrume. Vom Rande her wachsen ausdaurnde Triftpflanzen langsam seitlich vordringend hinab, während auf den herabgeschwemmten Bodenmassen am Grunde der Trichter eine üppige Ruderalflora gedeiht (Wasserreichtum, Schutz gegen Winde!). - Bei ältesten Trichtern überwiegen dann die Triftpflanzen der Umgebung.

In den folgenden Pflanzenlisten ist die Häufigkeit der einzelnen Arten durch Ziffern von 1 - 5 angegeben.

I. Primäre Trichterpflanzen.

Iberis amara L. fa. arvatica Jord.	3	*Anagallis coerulea Schrb.*	2
Ajuga Chamaepitys Schr.	3	*Linaria striata DC. fa. minor Desf.*	2
Elatinoides spuria Wettst.	3	*Setaria viridis v. Weinmanniana*	2
Reseda Phyteuma L.	3	*Plantago lanceolata L. fa. sphaero-cephala*	2
Stachys annua L.	3	*Raphanus Raphanistrum L.*	2
Galeopsis Ladanum f. angustifolia Ehrh.	3	*Polygonum aviculare L.*	2
Euphorbia exigua L.	2	*Papver dubium L.*	1
Anagallis arvensis L.	2	*Ranunculus arvensis L.*	1

II. Secundäre Trichterpflanzen.

Setaria viridis PB. v. Weinmanniana	3	*Anagallis arvensis L.*	2
Polygonum aviculare L.	3	" *coerulea L.*	3
" *Convolvulus L.*	1	*Turgenia latifolia Hoffm.*	1
Rumex Acetosella L.	2	*Convolvulus arvensis L.*	2
Silene inflata Sm.	1	*Myosotis hispida Schdl.*	1
Arenaria serpyllifolia L.	3	*Ajuga Chamaepitys Schr.*	1
Nigella arvensis L.	2	*Teucrium Botrys L.*	1
Dephinium Consolida L.	1	*Brunella vulgaris L.*	1
Ranunculus arvensis L.	3	*Satureja acinos Briqu.*	2
Papver dubium L.	2	*Galeopsis Ladanum L.*	3
Fumaria parviflora L.	1	*Stachys annua L.*	2
Iberis amara L. fa. arvatica Jrd.	1	*Solanum Dulcamara L.*	2
Raphanus Raphanistrum L.	2	*Linaria striata DC.*	3
Reseda lutea L.	3	*Elatinoides spuria Wettst.*	1
Medicago minima Bartl.	2	*Plantago lanceolata L.*	3
Trifolium pratense L.	2	*Specularia Speculum DC.*	2
" *procumbens L.*	3	*Erigeron canadensis L.*	2
Vicia hirsuta Koch	2	*Achillea millefolium L.*	2
Euphorbia helioscopia L.	1	*Filago arvensis Fr.*	3
" *exigua L.*	2	*Centaurea Cyanus L.*	2
Geranium Columbinum L.	2	*Crepis tectorum L.*	2
Linum catharticum L.	2	*Lactuca scariola L.*	2
Daucus Carota L.	3	" *muralis Fres.*	1
Aethusa cynapium L. f. agrestis W.	2	*Leontodon hirtus L.*	1
		Cirsium arvense Scop.	2

III. Tertiäre Trichterpflanzen.

Setaria viridis P.B. var. Weinmanniana	3	*Scleranthus annuus L.*	1
Polygonum aviculare L.	3	*Ranunculus repens L.*	1
" *persicaria L.*	1	*Sinapis arvensis L.*	2
Chenopodium rubrum L.	1	*Raphanus Raphanistrum L.*	3
Silene inflata Sm.	2	*Potentilla anserina L.*	2
Melandryum album L.	1	*Sanguisorba officinalis L.*	1
Cerastium semidecandrum L. fa. macilenta Aspegr.	1	*Trifolium pratense L.*	3
Spergularia rubra Presl	1	" *montanum L.*	3
Herniaria glabra L. fa. pulverulenta	1	" *arvense L.*	1
		Coronilla varia L.	1
		Vicia hirsuta Koch	2
		" *gracilis Loisel.*	1

Erodium cicutarium L'Hérit.	1	*Verbascum Thapsus L.*	1
Linum catharticum L.	2	*Linaria vulgaris L.*	2
Mercurialis annua L.	2	*Plantago lanceolata L.*	3
Euphorbia Gerardiana Jaqu.	2	" *major L.*	1
" *helioscopica L.*	1	*Specularia Speculum DC.*	2
Anagallis arvensis L.	1	*Solidago Virga-aurea L.*	2
Echium vulgare L.	1	*Cirsium arvense Scop.*	1
Verbena officinalis L.	1	*Crepis tectorum L.*	1
Origanum vulgare L.	1	*Cichorium Intybus L.*	2
Satureja acinos Briqu.	2	*Centaurea calcitrapa L.*	1
Galeopsis Tetrahit L.	2	" *Jacea L.*	2
" *Ladanum L.*	2	*Achillea millefolium L.*	3
Brunella vulgaris L.	2	*Hieracium vulgatum Fr.*	2
Solanum Dulcamara L.	3		

Zum Vergleich mit der vorstehenden Trichterflora stelle ich als notwenige Ergänzung noch die Flora der Hügel-Triften, der zahlreichen Schutthalden und der den Trichtern benachbarten Gebüsche zusammen:

IV. Triftflora.

Poa annua L. 4. - Poa pratensis L. 2. - Bromus racemosus L. 3. - Cynosurus cristatus L. 4. - Avena pratensis L. 3. - Phleum pratense L. 4. - Agrostis alba L. fa. gigantea Gaud. 3. - Stipa pennata L. 4. - Stipa capillata L. 4. - Setaria viridis P.B. 1. - Ornithogalum pyrenaicum L. 1. - Allium sphaerocephalum L. 1. - Polygonum aviculare L. 2. - Silene inflata Sm. 2. - Melandryum album Gcke. 1. - Ranunculus repens L. 2. - Sinapis arvensis L. 1. - Potentilla anserina L. 1. - Sarothamnus scoparius Wimm. 1. - Ononis repens L. 2. - Medicago minima Bartl. 2. - Medicago sativa L. 3. - Melilotus officinalis Desr. 4. - Trifolium pratense L. 4. - Trifolium montanum L. 4. - Trifolium procumbens L. 1. - Trifolium incarnatum L. 1. - Anthyllis vulneraria L. 2. - Lotus corniculatus L. 1. - Onobrychis sativa Lam. 2. - Coronilla varia L. 1. - Vicia tenuifolia Rth. 1. - Linum tenuifolium L. 1. - Linum catharticum L. 1. - Euphorbia Gerardiana Jacqu. 2. - Malva moschata L. 1. - Hypericum perforatum L. 2. - Eryngium campestre L. 1. - Daucus Carota L. 3. - Cuscuta epithymum L. 1. - Lithospermum officinale L. 1. - Origanum vulgare L. 1. - Satureja acinos Briqu. 1. - Brunella vulgaris L. 1. - Verbascum Lychnitis L. fa. album Mill. 2. - Verbascum nigrum L. 1. - Verbascum thapsiforme L. 1. - Linaria supina L. 1. - Euphrasia montana Jord. 2. - Melampyrum arvense L. 1. - Orobanche purpurea Jacqu. (auf Achillea). - Plantago lanceolata L. 3. - Knautia arvensis Coult. 1. - Solidago Virga-aurea L. 4. - Erigeron canadensis L. 3. - Achillea millefolium L. 4. - Matricaria inodora L. 1. - Chrysanthemum Leucanthemum L. 2. - Carlina vulgaris L. 1. - Centaures Calcitrapa L. 2. - Centaurea Jacea L. fa. nigrescens 4. - Cichorium Intybus L. 1. - Hieracium vulgatum Fr. 2. - Crepis tectorum L. 3. - Leontodon hirtus L. 2.

V. Schutthalden (Ruderalflora).

Rumex crispus L. 1. - Polygonum Persicaria L. 2. - Chenopodium rubrum L. 2. - Reseda luteola L. 5. - Fumaria officinalis L. 1. - Sinapis arvensis L. 2. - Raphanus Raphanistrum L. 4. - Potentilla anserina L. 4. - Agrimonia Eupatoria L. 1. - Trifolium arvense L. 2. - Erodium cicutarium L'Hérit. 2. - Mercurialis annua L. 4. - Aethusa Cynapium L. 2. - Echium vulgare L. 2. - Verbena officinalis L. 2. - Galeopsis Tetrahit L. 2. - Brunella vulgaris L. 3. - Solanum nigrum L. 2. - Verbascum nigrum L. 2. - Linaria vulgaris L. 2. - Plantago lanceolata L. 1. - Dipsacus silvestris Huds. 2. - Erigeron canadensis L. 2. - Matricaria inodora L. 1. - Artemisia vulgaris L. 3. - Cirsium arvense Scop. 2. - Onopordon acanthium L. 2. - Cichorium Intybus L. 4.

VI. Gebüschflora.

Isatis tinctoria L. 2. - Agrimonia Eupatorium L. 2. - Sarothamnus scoparius Wimm. 1. - Ononis repens L. 3. - Ononis Natrix Lam. 4. - Anthyllis Vulneraria L. 3. - Coronilla varia L. 3. - Geranium dissectum L. 1. - Euphorbia Gerardiana Jacq. 5.- Malva moschata L. 1. - Bupleurum falcatum L. 3. - Seseli Hippomarathrum L. 2. - Erythraea Centaurium Pers. 2. - Salvia glutinosa L. 1. - Solanum Dulcamara L. 1. - Asperula cynanchica L. 2. - Scabiosa columbaria L. 2. - Solidago Virga-aurea L. 4. - Inula salicina L. 1. - Centaurea calcitrapa L. 1. - Centaurea Jacea L. 4.

Additamenta monographica 1922.

Auctore CARL MEZ.

(Fortsetzung von Seite 176)

Loheria sessilifolia M. nov. spec. - Arbor 15 - 20 m alta ramulis percrassis, glabris, novellis alutaceis adultis cinereis, teretibus. Folia ob petiolos latissimos brevissimosque lamina decurrente late alatosplane sessiles dicenda, obovata, basi longe cuneata, apice acumine latissimo brevissimoque saepius subnullo angusto rotundata, rigida, integerrima, glaberrima, punctulis innumeris minutissimis sub lente quasi verruculosa, omnino laevia vel costis non nisi lineiformi-prominulis aucta, ad 0,14 m longa et 40 mm lata. Inflorescentiae ad ramulorum apices laterales, squamis celerrime deciduis suffultae, subpauciflorae, squarrose 2-pinnatim panniculatae; axibus alutaceis, glabris; ramulis subpatentibus, usque ad 20 mm longis, flores densiuscule racemosos gerentibus. Flores pedicellis crassis, usque ad 3 mm longis stipitati, ad 3 mm longi, flavidi, 4-meri; sepalis basi brevissime connatis, ovatis, rotundatis, foemineis integerrimis masculis margine minutissime crenulatis, punctulis minutis brunneis praeditis. Petala insigniter libera, elliptica, apice minutissime et perobscure asymmetrice emarginella, coriacea, intus appresse paucilepidotula, haud manifestius punctata. Stamina floris masculi fere omnino libera filamentis crassis, cylindricis, quam antherae longioribus; antheris ovatis, apice minute emarginellis, poris binis latis haud confluentibus sublateralibus dehiscentibus, dorso prope basin minutissime paucipunctatis; floris foeminei quam maxime reducta, petalis paullo super basin inserta. Ovarium in floribus foemineis percrasse ovoideum, totum insigniter granulosum, sulcis 4 longitudinalibus notabile; stylo permulto breviore, crasso; stigmate pulvinato; placenta 4-alata, ovula perpauca subapicalia gerente. Ovarium in flore masculo quam maxime reductum, conicum. Bacca granulis innumeris prominentibus verruculosa, depresse globosa, apice styli rudimento brevissimo mucronulata, ad 8 mm diam. metiens.

Neu-Guinea, Kaiserin-Augusta-Fluss-Expedition, am Schraderberg (Ledermann nr. 11798, 11840). - *Loheriae papuanae (Lauterb.* sub *Embelia) Mez* affinis species.

Loheria latepetiolata Mez nov. spec. - Arbuscula usque ad 6-metralis ramulis percrassis, alutaceis, teretibus, glabris. Folia basi in petiolos percrassos latissimosque lamina decurrente alatos sed tamen quam in specie praecedente peraffini manifestiores producta, elliptica, basi cuneatim acuta, apice latiuscule sed manifeste acuminata, pergamacea, integerrima, glaberrima, praeter costulas quam in specie praecedente manifestius prominulas laevia, subtus item dense prominulopunctulata, ad 0,28 m longa et 75 mm lata. Inflorescentiae ad ramulorum apices e squamis in stirpibus mihi visis jam pridem delapsis ortae, submultiflorae, angustius 2-pinnatim panniculatae subthyrsoideae, glaberrimae, fructiferae ad 90 mm longae quam folia permulto breviores; ramulis subpatentibus, vix ultra 15 mm longis, flores apice valde approximate racemosos gerentibus. Baccae pedicellis vix ultra 2 mm longis, crassiusculis stipitatae, sepalis 4 fere liberis, ovatis, ro-

tundatis, margine ut videtur glabris, minute punctulatis, reflexis insidentes, perfecte globosae, apice minute mucronulatae, totae punctulis prominulis sub lente optime verruculosae, ad 6 mm diam. metientes.

Neu-Guinea, Kaiserin-Augusta-Fluss-Expedition, Etappenberg (Ledermann nr. 9080), Lordberg (Ledermann nr. 10046), Hunsteinspitze (Ledermann nr. 11180), Abhänge des Hellwig-Gebirges (Römer nr. 1133).

Grenacheria Ledermanni Mez nov. spec. - Caule plus quam brachii humani crassitudine alte scandens et super arborum frondes florifera; ramulis novellis primum breviter ferrugineo-tomentellis celerrime glabratis, demum cortice fusco-brunneo obtectis et lenticellis maximis verrucosis. Folia petiolis brevissimis infra 2 mm longis, vix canaliculatis stipitata, myrtillacea, bene elliptica, basi breviter latissimeque acuta, apice rotundata et manifeste emarginella, rigida, integerrima, glabra, laevia, supra sub lente scrobiculata, subtus dense sed obscure punctulata, usque ad 35 mm longa et 15 mm lata saepissime paullo minora. Inflorescentia terminalis, multiflora, ample 2- vel obscure 3-pinnatim panniculata, effuse subpyramidata, e racemis densiusculis, usque ad 60 mm longis composita; axibus breviter sed dense ferrugineo-pilosis. Flores pedicellis ad 2 mm longis, patentibus, quam bracteae lanceolatae, tenerae, celerrime deciduae longioribus stipitati, vix 2 mm longi, non nisi foeminei cogniti; sepalis basi brevissime coalitis, ellipticis, late acutis, toto margine longe ciliatis, punctis parvis atris pictis. Petala basi ad 1/3 vel paullo ultra connata, ex elliptico acutiuscula, secus marginem papillose ciliata, prope apicem minute paucipunctata. Stamina floris foeminei valde reducta, petalis fere medio inserta. Ovarium maximum, globosum vel crasse ellipsoideum, glaberrimum; stylo subduplo breviore; stigmate pulvinato.

Neu-Guinea, Kaiserin-Augusta-Fluss-Expedition, Lordberg (Ledermann nr. 10177). - *Grenacheriae cinerascens Mez* proxima.

Grenacheria buxifolia Mez nov. spec. - Alte scandens caule brachii humani crassitudine. Folia petiolis brevissimis vix 1 mm longis stipitata, anguste vel oblongo-elliptica, basi late acutiuscula, apice brevissime lateque subacuminata, rigida, integerrima, glaberrima nitidulaque, utrinque lineolatim prominulo-costulata nec reticulata, subtus valde dissite punctulis atris minutis praedita, ad 35 mm longa et 10 mm lata. Inflorescentiae innumerae ad ramulorum apices confertae laxiuscule 2-pinnatim panniculatae, effusae, e ramulis omnibus folia perlonge superantibus inferioribus compositis superioribus laxe racemosis, subvirgatis, masculis brevioribus ad 55 mm longis, foemineis elongatioribus ad 0,12 m metientibus composita; axibus molliter ferrugineo-pilosis; bracteis lanceolato-spathulatis, teneris, valde atro-punctulatis, pedicellos graciles sed tamen vix 1,5 mm longos patentes bene superantibus, celerrime deciduis. Flores paullo inaequales masculi ad 2,5, foeminei ad 1,5 mm longi; sepalis 5 basi breviter coalitis, ex elliptico acutiusculis, margine longissime ciliato-pilosis, dissite beneque punctatis. Petala basi breviter connata, elliptica, apice anguste rotundata, intus margineque densissime breviter papillosa, paucipunctata. Stamina floris masculi petala ad 3/4 aequantia, filamentis teneris, antheris depresse ellipticis, dorso area quam maxime atro-punctata auctis; floris foeminei valde reducta. Ovarium floris foeminei glaberrimum, subglobosum, stylo subnullo, stigmate crassiuscule discoideo; floris masculi quam maxime reductum.

Neu-Guinea, Kaiserin-Augusta-Fluss-Expedition, Lordberg (Ledermann nr. 9924), Schichtberg am Schulze-Fluss (Ledermann nr. 7739), Etappenberg (Ledermann nr. 9185), Lager 18 am Aprilfluss (Ledermann nr. 9844). - Speciei praecedenti satis affinis.

Rapanea Schlechteri Mez nov. spec. - Arbuscula ramulis gracilibus, teretibus, cum gemmis glaberrimis. Folia petiolis usque ad 8 mm longis saepissime brevioribus stipitata, late lanceolata vel anguste elliptica, basi acuta, apice brevissime obtuseque obscure acuminata, tenuiter chartacea, integerrima, glabra, supra nitida, subtus lineolatim prominulo-costata nec reticulata, punctulis prominulis multis consita, ad 0,1 m longa et 35 mm lata. Inflorescentiae tuberculis fere nullis

plane sessiles, ad 5-florae, petiolos subaequantes. Flores pedicellis gracilibus, usque ad 4 mm longis stipitati, optime campanulati, 4-meri; sepalis altiuscule connatis, floris masculi acutis foeminei subrotundatis, margine optime ciliatis, punctis nonnullis atris pictis. Petala ad 3/4 long. in tubum bene campanulatum connata lobis erectis, late triangularibus, utrinque dense papillosis, prope apicem punctis nonnullis atris pictis. Antherae floris masculi bene ovatae, apice rotundatae, minute papillosae, tubo petalorum inclusae; floris foeminei satis reductae, ellipticae. Ovarium floris foeminei globosum, glaberrimum, stigmate plane sessili magno, loboso; floris masculi satis reductum, ovoideum, stigmate minuto, conico.

Neu-Guinea, Bergwälder bei Pema (Schlechter nr. 19403), Wälder des Maboro (Schlechter nr. 19483). - *Rapaneae variabili Mez* accedit.

Rapanea Augustae Mez nov. spec. - Arbuscula gracilis 6 - 8-metralis, ramulis tenuibus, cum gemmis glaberrimis; cortice obscure cinereo. Folia petiolis usque ad 5 mm longis, insensim in laminas transeuntibus, bene canaliculatis stipitata, lanceolata, basi longe acuta, apice breviter et subobscure acuminata, rigidula, integerrima, glaberrima, opaca, laevia, subtus lineis brevibus picta, ad 0,12 m longa et 30 mm lata. Inflorescentiae brevissime strobiliformes, flores 1 vel rarius 2 pedicellis brevissimis (infra 1 mm longis) procreantes, non nisi fructiferae cognitae. Baccae ellipsoideae, longitudinaliter striatae, sepalis 5 basi ad 1/4 longit. connatis, subovatis, rotundatis, ad 1,4 mm longis, toto margine dense ciliatis, punctis multis crassisque atris pictis insidentes, stylo farciminiformi crassiusculo coronatae, vix 5 mm longae, laeves.

Neu-Guinea, Kaiserin-Augusta-Fluss-Expedition, Felsspitze (Ledermann nr. 12488, 12506 e.p.). - *Rapaneae avenis Mez* accedit.

Rapanea rigidula Mez nov. spec. - Arbor 15 - 25 m alta coma squarrosa; ramulis validis, glabris, teretibus; cortice saturate brunneo. Folia petiolis vix ultra 5 mm longis stipitata, bene vel latiuscule lanceolata, basi acuta, apice obtusiuscula, rigida, in sicco omnino opaca, glaberrima, fere omnino laevia, margine valde recurvo insignia, nec punctata nec lineolata, usque ad 0,11 m longa et 30 mm lata saepissime breviora et imprimis satis angustiora. Inflorescentiae squamis imbricatis densissime breviterque cylindrico-strobiliformes, pauciflorae, usque ad 10 mm longae petiolos paullo superantes, glaberrimae; pedicellis 3 - 4 mm longis, paullo crassiusculis. Flores non nisi foeminei et valde imperfecte cogniti lutescenti-albidi, ad 2,5 mm longi, 5-meri; sepalis fere liberis, bene ellipticis, anguste rotundatis, margine optime ciliolatis, haud punctulatis nec lineolatis. Petala cum staminibus ignota. Ovarium crassum, subglobosum, glaberrimum; stigmate maximo, elongate crasseque farciminiformi, lateraliter asymmetriceque sulcato. Baccae (num maturae?) ellipsoideae, minute acutiusculae, laeves, ad 2,5 mm longae.

Neu-Guinea, Kaiserin-Augusta-Fluss-Expedition, Etappenberg (Ledermann nr. 9025), Schraderberg (Ledermann nr. 11617, 11862. 12013 a). - *Rapaneae Hasseltii Mez* valde affinis species.

(Fortsetzung folgt.)

Verlag von Prof. Dr. Mez, Königsberg Pr., Besselplatz 3. - Kommissionsverlag des Repertoriums, Prof. Dr. Fedde, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49. - Steindruck von A. Wilutzky, Königsberg Pr.

B O T A N I S C H E S A R C H I V .

Zeitschrift für die gesamte Botanik.

Herausgegeben von Dr. CARL MEZ,

Professor d. Botanik a. d. Univers. Königsberg.

II. Band, Heft 5.

Ausgegeben am 15. November 1922.

Verlag des Herausgebers, Königsberg Pr., Besselplatz 3 (an diese Adresse alle den Inhalt d. Zeitschrift betreffenden Zuschriften). - Kommission: Verlag d. Repertoriums, Berlin-Dahlem, Fabeckstr 49 (Adresse für den Bezug d. Zeitschrift).
Alle Rechte vorbehalten. Copyright 1922 by Carl Mez in Königsberg.

Das Licht als Wachstumsfaktor.

Von GERHARD LAMBERG (Königsberg Pr.).

EINLEITUNG.

Im Jahre 1912 waren im Institut für Pflanzenbau in Königsberg von MITSCHERLICH (1) Beschattungsversuche vorgenommen worden, um festzustellen, in welcher Weise Lichtentzug auf das Wachstum einwirkt und "ob die Energie-Bereitstellung durch Sonnenlicht bei unsern klimatischen Verhältnissen in einem Überschuss statthabe oder auch nur dem Maximum sich nähere". Die Versuche ergaben, dass der Pflanzenertrag mit steigender Licht-Intensität gemäss dem Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren stieg. Zum Vergleich mit den späteren Ausführungen seien die damals gefundenen Trockensubstanz-Werte angeführt:

Lichtintensität	Hafererträge 30. IV. - 30. VII.		Erbsenerträge 30. IV. - 1. VII.			
	Korn + Stroh		Korn + Stroh		Korn	
	gefunden	berechnet	gefunden	berechnet	gefunden	berechnet
0,192	26,5 ± 1,56	23,6	8,6 ± 0,32	9,0	1,7 ± 0,28	1,7
0,217	34,6 ± 0,77	34,3	13,3 ± 0,56	13,4	4,1 ± 0,27	4,3
0,250	45,1 ± 1,96	48,1	17,8 ± 0,73	18,4	6,2 ± 0,32	7,2
0,294	62,5 ± 3,97	62,0	25,0 ± 0,95	23,7	9,8 ± 0,37	10,3
0,375	75,9 ± 2,98	76,6	29,9 ± 1,14	29,2	13,1 ± 0,56	13,5
0,455	92,9 ± 1,30	91,0	37,1 ± 1,05	34,7	17,2 ± 0,32	16,8

Lichtintensität	Buchweizen-Erträge. 1. VII. - 12. VIII.		Lupinen-Erträge 3. VIII. - 15. X.	
	gefunden	berechnet	gefunden	berechnet
0,192	8,3 ± 0,57	7,8	5,7 ± 0,57	4,1
0,217	12,2 ± 1,66	13,4	7,1 ± 0,12	7,8
0,250	18,7 ± 1,70	20,1	11,1 ± 0,96	10,9
0,294	28,5 ± 1,71	28,1	15,3 ± 0,67	15,3
0,375	37,7 ± 0,26	37,6	19,3 ± 1,63	19,1
0,455	49,3 ± 1,63	49,1	26,6 ± 1,02	26,9

Die Wachstumskurven folgen den nachstehenden Gleichungen:

Hafer (Korn + Stroh) $\log. (110 - y) = 2{,}0414 - 2{,}5 (i - 0{,}15)$
Erbsen " " " $\log. (42 - y) = 1{,}6232 - 2{,}5 (i - 0{,}15)$
Erbsen (Korn) $\log. (21 - y) = 1{,}3222 - 2{,}5 (i - 0{,}177)$
Buchweizen $\log. (80 - y) = 1{,}9031 - 1{,}4 (i - 0{,}16)$
Lupinen $\log. (44 - y) = 1{,}6353 - 1{,}4 (i - 0{,}16)$.

Die Versuche waren in einem Gewächshaus angestellt, die relative Lichtintensität durch Belichtung photographischen Papiers festgestellt; weitere Lichtmessungen waren nicht vorgenommen worden.

LICHTMESSUNG.

Diese Versuche wurden im Jahre 1921 in grösserem Masstab wiederholt Dabei wurde besonders Wert auf einwandfreie Lichtmessung gelegt. Die Lichtmessung befindet sich noch ganz in den Anfängen. Häufig benutzt wird ein Apparat, bei dem das Sonnenlicht, durch eine Sammellinse fallend, seine Bahn auf einem Papierstreifen einbrennt Der Apparat eignet sich naturgemäss nur zur Messung des direkten Sonnenlichtes, die Resultate sind zahlenmässig nicht gut zu erfassen Zweckmässiger ist ein von MITSCHERLICH (2) konstruierter und beschriebener Photometer. Ein Vorzug dieses Apparats ist die geringe Arbeit, die er verursacht: alle 3 Tage muss das photographische Papier ausgewechselt werden. Zweckmässig geschieht dies Nachts, damit für jeden Tag ein einheitliches Diagramm zustande kommt. Ein wesentlicher Nachteil aber ist es, dass subjektiven Beobachtungsfehlern ein allzu grosser Spielraum gelassen wird : die photographischen Bilder haben zu wenig scharfe Grenzen; Unterschiede im Ton (hell und dunkel) sind zahlenmässig nicht zu erfassen Die Resultate der Lichtmessung sind aus Tabelle 1 ersichtlich; die Diagramme sind mit dem Planimeter gemessen worden.

Der von EDER (3) erfundere Graukeil-Photometer, der auf demselben Prinzip beruht wie der von MITSCHERLICH, dürfte auch denselben Hauptmangel haben.

Um zu besseren Lichtmessungsresultaten zu kommen, wurden in unserm Institut in diesem Jahr Versuche mit lichtempfindlichen Lösungen angestellt. Viele oxalsaure Salze und die Oxalsäure selbst in Gegenwart von Katalysatoren zersetzen sich im Licht (4). Wir benützten anfangs Kaliumferrioxalat, das sich nach der Formel $2\ K_3Fe(C_2O_4)_3 = 2\ K_2Fe(C_2O_4)_2 + K_2C_2O_4 + 2\ CO_2$ zersetzt; die Ergebnisse waren nicht befriedigend. Darauf versuchten wir es mit einer gemischten Lösung von Kaliumferrioxalat und Oxalsäure, wobei das Eisen als Katalysator für die Oxalsäure diente, die sich nach der Formel $(COOH)_2 = 2\ CO_2 + H_2$ zersetzt. Der Umfang der Zersetzung wurde durch Titrieren mit Kaliumpermanganat festgestellt, die Differenz des Oxalsäuregehaltes der unbelichteten und belichteten Lösung, in ccm 1/100 normaler Kaliumpermanganatlösung berechnet, gibt die Tageslichtintensität an. Der Umfang des Zersetzungsprozesses ist nicht nur von Zeit und Lichtintensität abhängig, sondern auch von Conzentrartion der Lösung und Grösse der Fläche, die von den Lichtstrahlen beim Übergang aus der Luft getroffen wird Die Wärme übt keinen Einfluss Es wurden die verschiedenartigsten Gefässe benützt; dabei zeigte isch, dass die

Zersetzung umso schneller vor sich gieng, je grösser die Fläche war, die mit der Luft d i r e k t in Berührung stand. In Reagenzgläsern von 1 1/2 cm Durchmesser und in zylindrischen Standkolben von 3 cm Durchmesser gieng unter sonst gleichen Bedingungen die Zersetzung entsprechend langsamer vor sich, als in Erlenmeyerkolben von 15 cm Durchmesser. Am deutlichsten wurde diese Erscheinung bei Benützung von 250 ccm Standkolben. Die Zersetzung nahm bei halbgefüllten Kolben, also bei grösster belichteter Fläche, den grössten Umfang an, nahm bei zu 1/4 oder 3/4 gefüllten Kolben ab und sank bei bis zum Halse gefüllten Kolben auf ein Minimum, auch bei tagelanger Belichtung wurden im letzten Fall nicht mehr als 1 1/2 ccm 1/100 normaler Kaliumpermanganatlösung weniger verbraucht.

Zu unsern Messungen wurde eine Lösung von 40 g Oxalsäure und 10 g Kaliumferrioxalat in 3000 ccm destilliertem Wasser benützt. Der Titer dieser Lösungen schwankte um 30 ccm 1/100 normaler Kaliumpermanganatlösung; der Titer derselben Lösung war ziemlich konstant, er änderte sich in 4 Wochen (solange pflegte die einmal hergestellte Lösung zu reichen) um höchstens 3/10 ccm, in der Regel wurde die Lösung konzentrierter. Je 25 ccm dieser Lösung wurden mit einer Pipette in 4 250-ccm Standkolben gebracht und 24 Stunden lang dem Tageslicht ausgesetzt. Die Kolben hiengen an einem Draht in 2 m Höhe in einem Abstand von ca. 1,30 m voneinander über den Versuchen der Abteilung I und wurden täglich ausgewechselt; nur ausnahmsweise blieben sie 2 Tage hängen. Bei längerer Dauer wurden die Fehler zu gross, auch hätte sich die gesamte Oxalsäure zersetzen können. Titriert wurde in folgender Weise: die Kolben wurden bis auf 250 ccm mit destilliertem Wasser aufgefüllt, mittels einer Pipette 10 ccm in einen Erlenmeyerkolben gebracht, 5 ccm einer 2% Schwefelsäure zugegeben, destilliertes Wasser zugegeben, um ein Springen des Kolbens zu verhindern, erwärmt und titriert. Bei kaltem Titrieren war der Umschlag schlecht zu sehen. Im Verlauf der Arbeit wurden zuerst ca. 50 ccm Wasser und 5 ccm Schwefelsäure bis zum Sieden erhitzt und darauf die Lösung zugegeben, auf diese Weise wurde dieselbe Temperatur beim Titrieren erreicht. Ein Erhitzen auf dem Wasserbade, wobei die Temperatur durch Hineinlegen eines Thermometers festgestellt werden kann, ergab keine Verbesserung der Resultate. Desgleichen erwies sich eine Zugabe von 3 Tropfen Magnesiumsulfat als Katalysator als nicht zweckmässig. Um den nach kurzer Belichtung sich bildenden gelben Niederschlag zu lösen, wurden die Kolben nach Gebrauch mit erwärmter Salzsäure und mehrmals mit destilliertem Wasser durchgespült und bis zum nächsten Tag zum Trocknen aufgehängt.

Die Resultate der Lichtmessung sind aus den unten folgenden Tabellen und Kurven ersichtlich. Die Tageslichtintensität gibt die zweite Spalte in ccm weniger verbrauchter 1/100 normaler Kaliumpermanganatlösung an, die dritte Spalte in qcm belichteten photographischen Papiers. Um die Resultate, insbesondere die Kurven, vergleichbar zu gestalten, wurde in beiden Fällen die mittlere Tageslichtintensität der ganzen Versuchszeit berechnet und darauf die für die einzelnen Tage gefundenen Werte in Prozente dieser Mittelwerte umgerechnet. Das sind die %-Zahlen der Spalten 4 und 5.

Die wahrscheinlichen Fehler der täglichen 4 Beobachtungen sind leider hoch. Anzunehmen war, dass sie durch die Eigenart der verschiedenen Kolben bedingt seien, doch liess sich ein derartiger Einfluss trotz wochenlanger Beobachtungen in keiner Weise nachweisen.

Bei gründlicherer Ausarbeitung dürfte dieses Verfahren wohl bessere Ergebnisse bringen. Angebracht wäre es, die Versuche mit einer konstanten Lichtquelle vorzunehmen, unsere Bemühungen in dieser Richtung hatten wegen der zu geringen Intensität des zur Verfügung stehenden elektrischen Lichtes keinen Erfolg. Alle derartigen Versuche sind zeitraubend. Wir mussten uns, als die Vegetationsversuche angesetzt wurden, für eine bestimmte Messungsweise entscheiden und sie einhalten, um zu einheitlichen Resultaten zu gelangen.

LICHTMESSUNG.

1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
Tag	Lösung ccm	Photom. qcm	%-Zahlen Lösung	Photom	Tag	Lösung ccm	Photom.	%-Zahlen Lösung	Photom.
11. V	6,2 ± 0,50	20,1	124	114	28.	4,9 ± 0,20	21,1	98	119
12	5,9 ± 0,20	19,7	118	111	29	4,3 ± 0,51	21,1	86	119
13	5,6 ± -	19,0	112	107	30	6,2 ± 0,10	21,1	124	119
14	7,0 ± 0,05	20,8	140	118	1.VII.	5,7 ± 0,34	20,8	114	118
15	7,0 ± -	22,1	140	125	2.	6,3 ± 0,10	21,0	126	119
16	6,5 ± 0,06	22,1	130	125	3	5,6 ± 0,08	21,0	112	119
17	7,3 ± -	22,1	146	125	4	4,7 ± 0,34	21,0	94	119
18	6,9 ± -	22,1	138	125	5	4,7 ± 0,49	23,5	94	133
19	10,6 ± 0,78	22,1	212	125	6	5,4 ± 0,29	20,8	108	125
20	6,1 ± -	22,1	122	125	7	5,6 ± 0,28	23,1	112	127
21	5,0 ± 0,42	22,1	100	125	8	6,0 ± 0,18	18,2	120	103
22	8,5 ± 0,42	22,1	170	125	9	5,9 ± 0,20	17,8	118	100
23	9,1 ± 0,96	19,3	182	109	10	5,9 ± 0,20	21,1	118	119
24	5,0 ± -	21,0	100	119	11	7,7 ± 0,70	21,1	154	119
25	4,9 ± 0,42	18,3	98	106	12	7,0 ± 0,11	21,1	140	119
26	5,8 ± 0,06	21,1	116	119	13	5,9 ± 0,76	21,1	118	119
27	5,9 ± 0,24	22,2	118	125	14	5,4 ± 0,17	20,6	108	116
28	5,7 ± 0,48	23,3	114	131	15	5,6 ± 0,15	19,2	112	108
29	6,8 ± 0,30	23,3	136	131	16	5,6 ± 0,32	19,2	112	108
30	6,1 ± 0,05	22,8	122	128	17	5,9 ± 0,22	19,4	118	109
31	6,1 ± 0,12	22,0	122	124	18	5,8 ± 0,26	18,2	116	102
1.VI	6,6 ± 0,36	21,6	132	122	19	6,6 ± 0,27	22,5	132	127
2	7,8 ± 0,06	21,6	156	122	20	4,4 ± 0,12	21,2	88	120
3	5,7 ± 0,05	20,7	114	117	21	6,1 ± 0,24	21,6	122	123
4	5,7 ± 0,05	18,2	114	92	22	5,6 ± 0,22	21,1	112	119
5	6,2 ± 0,73	20,6	124	120	23	4,1 ± 0,24	13,7	82	77
6	6,4 ± 0,34	23,2	128	132	24	4,9 ± 0,34	16,8	98	95
7	6,4 ± 0,10	22,8	128	129	25	5,2 ± 0,10	18,0	104	102
8	5,9 ± 0,15	22,0	118	124	26	5,4 ± 0,20	18,0	108	102
9	5,4 ± 0,49	22,6	108	126	27	5,8 ± 0,41	18,0	116	102
10	4,5 ± 0,34	25,0	90	141	28	4,1 ± 0,41	18,2	82	103
11	3,9 ± 0,41	20,6	78	116	29	5,2 ± 0,05	21,9	104	124
12	5,0 ± 0,32	23,5	100	132	30	5,0 ± 0,27	17,8	100	100
13	5,8 ± 0,17	22,6	116	128	31	5,7 ± 0,24	18,3	114	103
14	5,7 ± 0,68	24,0	114	136	1.VIII	5,7 ± 0,56	19,5	114	110
15	5,5 ± 0,46	22,6	110	128	2	6,0 ± 0,27	20,3	120	115
16	6,5 ± 0,22	21,9	110	126	3	6,6 ± 0,22	18,4	132	104
17	5,3 ± 0,34	22,6	106	128	4	6,5 ± 0,20	16,3	130	92
18	4,2 ± 0,39	21,8	84	123	5	5,4 ± 0,17	16,4	108	94
19	4,1 ± 0,44	23,9	82	135	6	5,4 ± 0,20	20,1	108	114
20	5,2 ± 0,31	25,3	104	143	7	5,4 ± 0,32	19,4	108	110
21	4,2 ± 0,56	21,4	82	121	8	4,5 ± 0,22	16,6	190	94
22	4,8 ± 0,31	21,8	96	123	9	5,1 ± 0,15	15,6	102	88
23	5,0 ± 0,70	21,3	100	120	10	4,6 ± 0,34	16,0	92	90
24	6,3 ± 0,32	20,6	126	117	11	6,1 ± 0,12	16,8	122	95
25	4,7 ± 0,27	21,1	92	119	12	4,7 ± 0,17	15,1	94	85
26	6,9 ± 0,51	20,6	138	117	13	4,0 ± 0,32	16,3	80	92
27	5,0 ± 0,17	21,6	100	119	14	3,9 ± 0,22	16,6	78	94

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Tag	Lösung ccm	Photom. qcm	%-Zahlen Lösung	Photom.	Tag	Lösung ccm	Photom. qcm	%-Zahlen Lösung	Photom.
15. VIII	4,2 ± 0,12	18,3	84	103	9. IX(	7,7 ± 0,24	14,2	66	81
16	4,5 ± 0,07	18,2	90	102	10 (		14,4	68	82
17	4,3 ± 0,17	18,4	86	104	11	2,8 ± 0,37	11,6	54	66
18	4,5 ± 0,17	17,3	90	98	12	3,3 ± 0,34	12,2	66	69
19	4,6 ± 0,05	16,6	92	94	13	3,6 ± 0,49	13,9	72	79
20	5,4 ± 0,34	16,7	108	95	14	4,3 ± 0,02	14,9	86	84
21	4,7 ± 0,12	16,1	94	91	15	3,6 ± 0,27	13,1	72	75
22	5,4 ± 0,34	17,2	108	97	16	2,6 ± 0,10	10,4	52	59
23	4,9 ± 0,12	19,4	98	84	17	3,4 ± 0,05	13,0	68	73
24	5,4 ± 0,29	15,5	108	88	18	2,5 ± 0,12	10,4	50	59
25	4,9 ± 0,27	14,1	98	80	19	2,4 ± 0,27	11,0	48	62
26	3,5 ± 0,22	12,3	70	70	20	3,2 ± 0,17	11,4	64	64
27	4,3 ± 0,20	14,4	86	82	21	2,9 ± 0,05	8,9	58	50
28	4,6 ± 0,10	15,4	92	88	22	3,3 ± 0,12	10,3	66	58
29	4,7 ± 0,10	14,2	94	89	23 (	7,1 ± 0,15	10,6	72	60
30	3,7 ± 0,10	14,0	74	79	24 (		8,3	70	49
31	3,7 ± 0,20	13,7	74	77	25	3,9 ± 0,10	8,6	78	49
1. IX.	3,8 ± 0,20	14,0	76	79	26	2,8 ± 0,10	7,8	56	44
2	3,7 ± 0,22	13,2	74	75	27	2,4 ± 0,12	8,4	48	48
3	4,4 ± 0,34	12,2	88	70	28	2,2 ± 0,10	9,3	45	52
4(	6,4 ± 0,37	11,1	64	63	29	2,2 ± 0,15	6,6	45	37
5(		13,3	64	75	30	3,0 ± 0,32	8,8	60	50
6	3,3 ± 0,20	11,5	66	66	1. X.	2,7 ± 0,17	7,8	54	44
7	2,2 ± 0,15	9,7	44	54	2 (	5,3 ± 0,21	8,0	52	45
8	3,4 ± 0,27	14,2	68	81	3 (		8,0	54	45

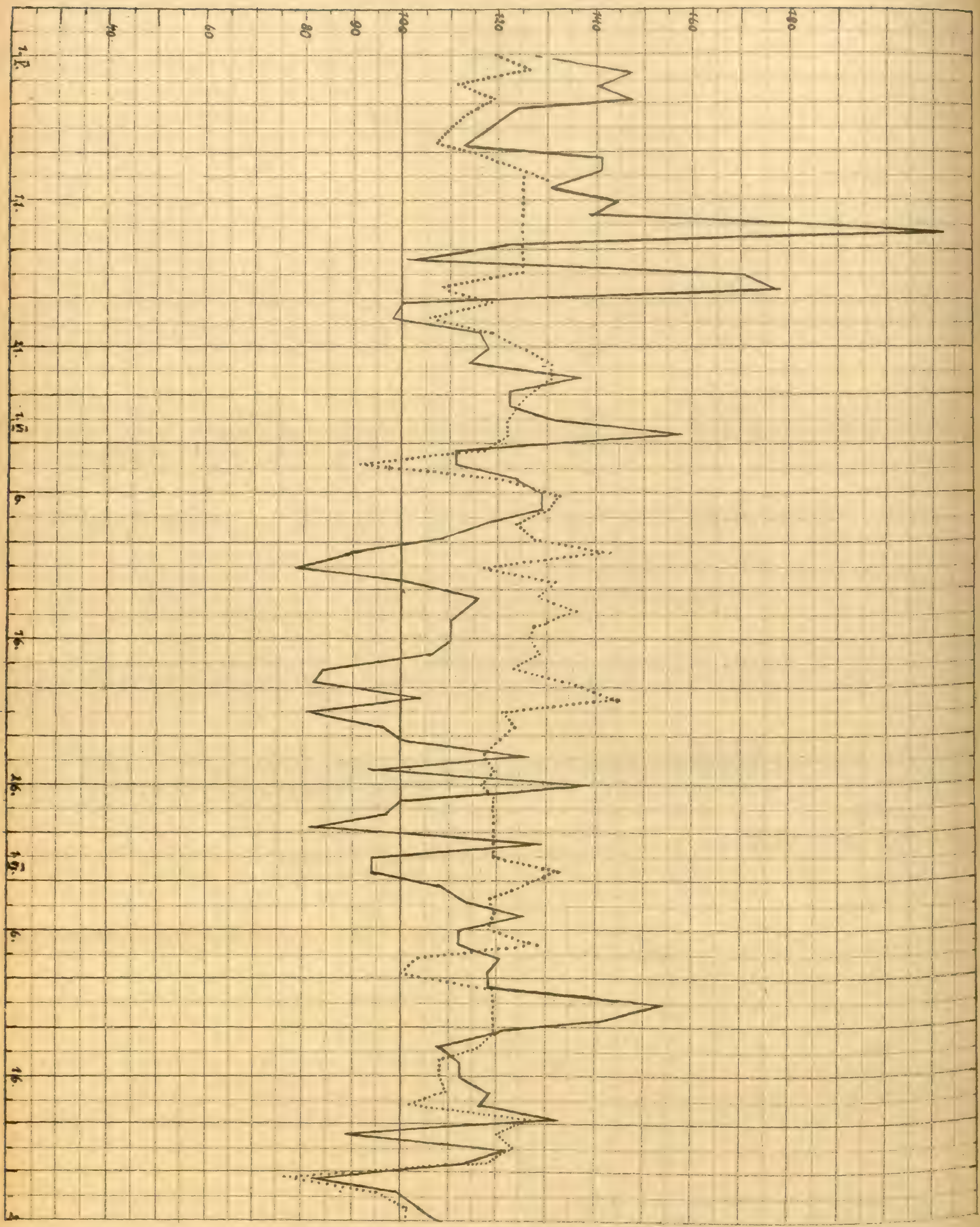
VEGETATIONSVERSUCHE.

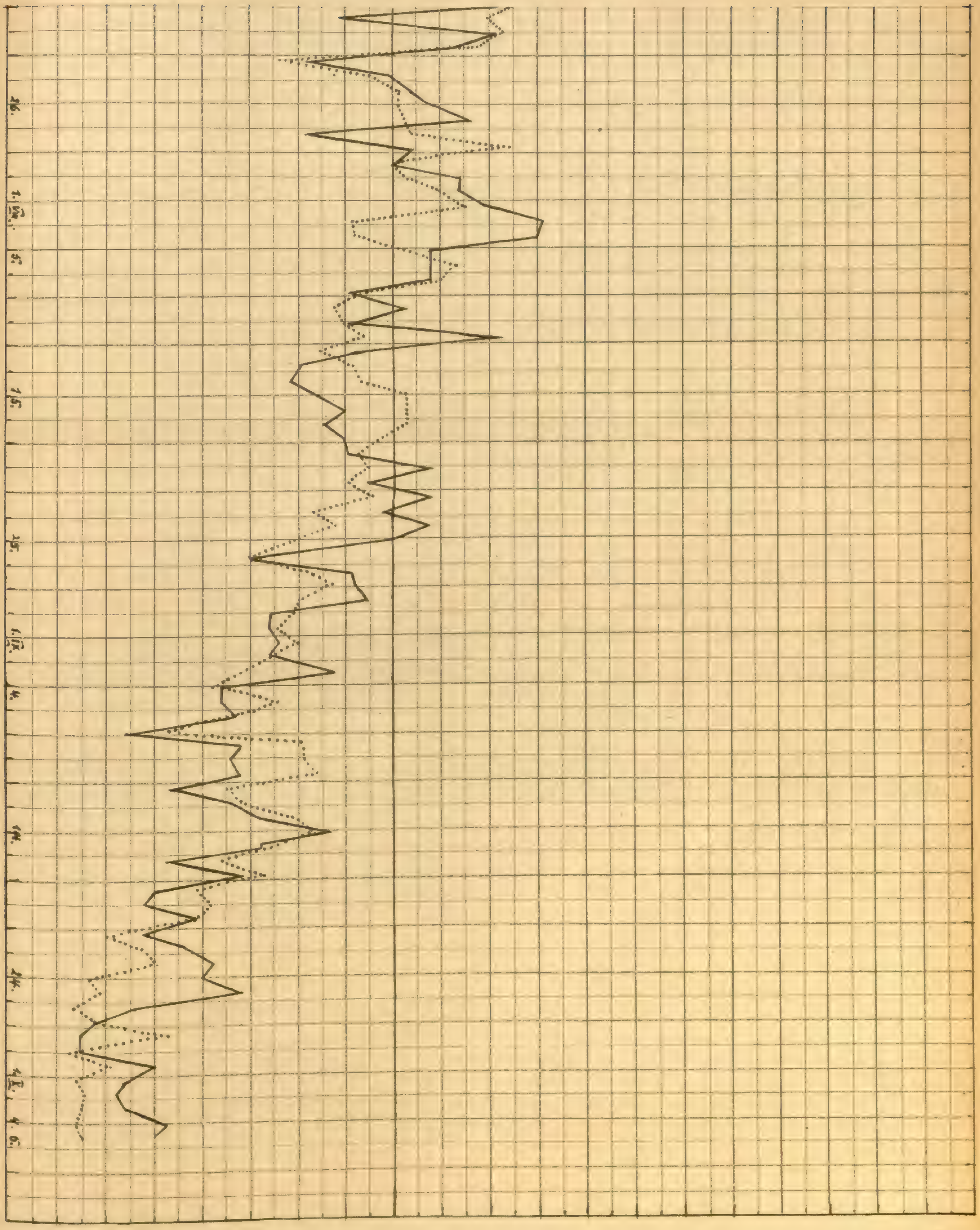
Die Beschattungsversuche dieses Jahres wurden im Gegensatz zu den früheren im Freien vorgenommen. Durch Überspannen mit 1, bezw. 2, 4, 8 Vogelnetzen wurden, wie im Jahre 1912, fünf Licht-Intensitätsabstufungen hergestellt. Die Aufstellung der Gefässe und die Beschattung zeigt der Plan auf Seite 219. Die Gefässe in den einzelnen Abteilungen standen also nicht gleich günstig, doch ist eine Zunahme des Ertrages nach der helleren Nachbar-Abteilung hin in der Regel nicht zu erkennen. Die Lichtintensität der einzelnen Abteilungen wurde durch Messung mit unserer Lösung festgestellt; ich fand folgendes Verhältnis: I = 100; II = 79,8; III = 73,3; IV = 63,3; V = 55. Diese Zahlen müssten einer logarithmischen Gleichung folgen, da mit Zunahme der Netzzahl allmählig ein Maximum (vollkommene Dunkelheit) erreicht wird. Ich habe aber von einer Korrektur der Zahlen abgesehen, nach der Abteilung II, III und IV heller sein müssten; die Ungleichheit der Netze, besonders die Stangen des Gerüstes, erklären die Abweichungen.

Als Versuchsgefässe dienten glasierte Tongefässe mit durchlöchertem Rost, die Gefässe für Luzerne und Ellern fassten 16 Kgr Boden, ein Gemisch von Moor und Sand, die übrigen 9 Krg.

Die Düngung wurde in Form von KNOP'scher Nährlösung, bestehend aus 700 gr K_2SO_4 + 700 gr NO_3NH_4 + 400 gr KH_2PO_4 + 90 gr NaCl und 1315 gr $MgSO_4$ in 1,5% Verdünnung gegeben. Die Gefässe wurden, sobald die Pflanzen genügend herangewachsen waren, täglich bis zur vollen Wasserkapazität gegossen.

Im einzelnen sei noch bemerkt: Radieschen, Hafer, Senf, Buchweizen, Lupine wur-

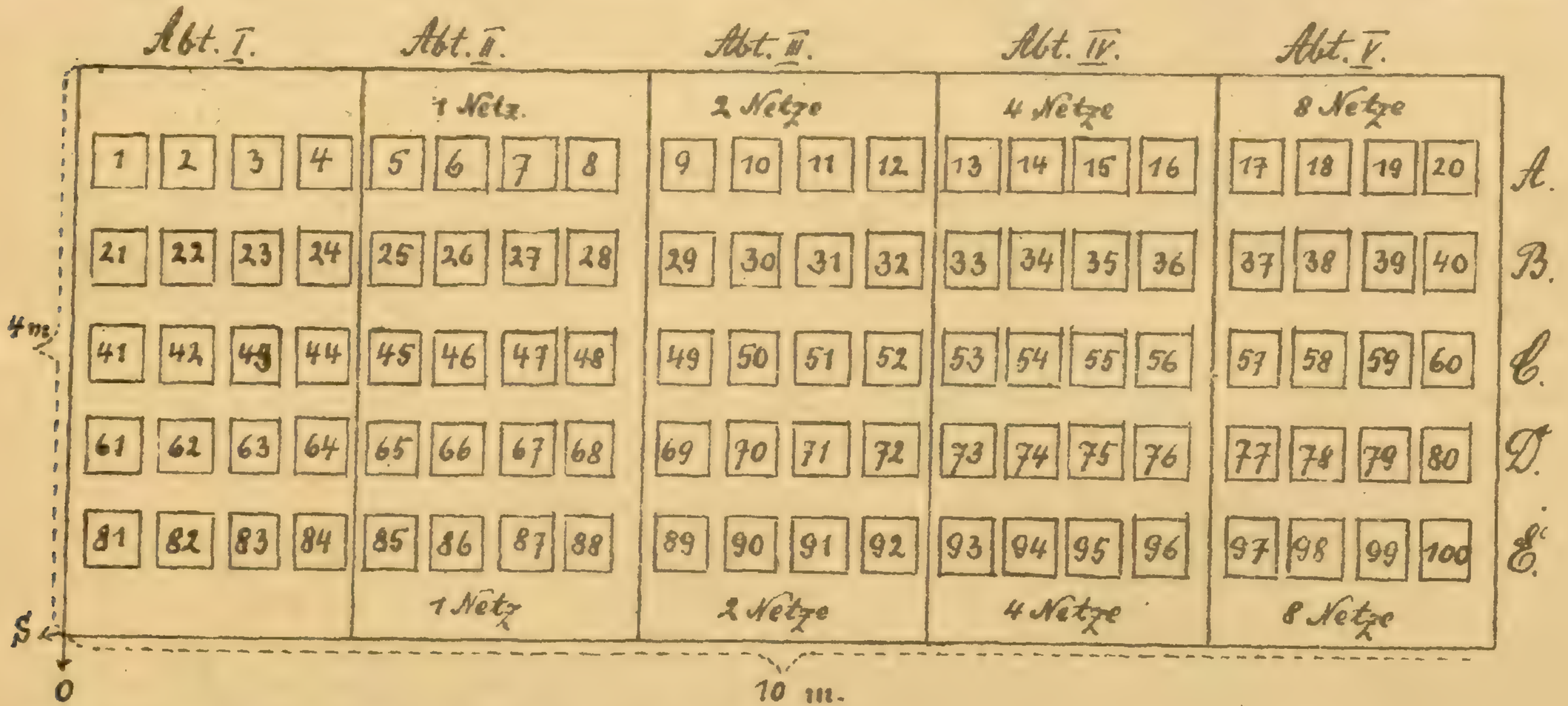

40
60
80
100
120
140
160
180
1,2
1,4
1,6
1,8
2,0
2,2
2,4
2,6
2,8
3,0
3,2
3,4
3,6
3,8
4,0
4,2
4,4
4,6
4,8
5,0



den direkt in die Gefässe gesät und später auf 35, Lupinen auf 20 Pflenzen verzogen. Von Luzerne kamen 10 Pflenzen in jedes Gefäss, Wurzeln und Triebe wurden vor dem Pflanzen beschnitten, die 10 Pflanzen wogen zusammen 150 gr. Das Anwachsen nahm einige Zeit inanspruch. Von Ellern wurden 20 Pflanzen im Gewicht von zusammen 40 gr in jedes Gefäss gepflanzt.

Geerntet wurden Radieschen.und Ellern nach Abschluss des Wachstums, alle andern Pflanzen mitten im Wachstum, Hafer und Senf nach der Blüte, beide noch grün, Lupine vor, Luzerne stets bei eben beginnender, Buchweizen in der Blüte.

Der Radiesversuch II war wohl zu nass gesät worden, infolge dessen fielen einige Gefässe ganz aus, ein Nachpflanzen half nicht (verg. die Tabellen im Anhang). Radiesversuch III, Senf II und Lupine hatten unter starkem Schlagregen gelitten, der die ersten Abteilungen besonders betroffen hatte. Senf II wurde aufgegeben und durch Buchweizen ersetzt. Radiesversuch III, Lupine und Buchweizen gaben wohl



A = LuzerneI - IV; B = Senf I, II, Buchweizen; C = Hafer, Lupine; D = Radies I - IV; D = Ellern.

Versuchsplan der Beschattungsversuche 1921.

infolge dieses Regens in Abteilung I, teilweise auch in Abteilung II Mindererträge. Der Radiesversuch hatte zudem besonders unter Erdflöhen gelitten, die überhaupt alle Radies- und Senfversuche geschädigt haben. Der ganze Versuch wies im Vergleich zu den andern eine derartige Schädigung auf, dass ich von einer Berechnung desselben abgesehen habe. Gefäss 74 des Radiesversuchs IV und Gefäss 29 und 40 des Buchweizenversuchs hatten stark durch Raupenfrass (*Agrotis segetum*) gelitten, Gefäss 15 im Luzernenversuch IV und 31 im Senfversuch zeigten ohne ersichtlichen Grund einen auffallenden Minderertrag; diese 5 Gefässerträge sind nicht mitberechnet worden.

BERECHNUNG DER GLEICHUNGEN.

Alle Versuche zeigen, wie zu erwarten war, mit steigender Lichtintensität eine Ertragssteigerung gemäss dem Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren. Die logarithmischen Gleichungen sind folgendermassen berechnet worden (5):

Als Höchstertrag A wurde der in Abt. I tatsächlich gefundene Höchstertrag, nach oben hin abgerundet, angenommen; für y wurden die Mittel aus den gefundenen Erträgen ; für x die nach Tabelle I berechneten Durchschnitts-Tageslicht-Intensi-

täten der betreffenden Perioden, in % der mittleren Tageslicht-Intensität der ganzen Versuchszeit, eingesetzt. Die Lichtintensität für die einzelnen Abteilungen wurde nach dem auf Seite 217 angegebenen Verhältnis berechnet; benützt wurden dabei nur die mit der Lösung gefundenen, zuverlässiger erscheinenden Werte. Darauf wurde der Wirkungsfaktor c des Lichts nach der Formel

$$c = \frac{\log (A - y_1) - \log (A - y_2)}{x_2 - x_1}$$

berechnet. Man erhält 10 Werte für c, aus denen das Mittel gebildet wurde. Nach der Formel $K = \log (A-y) + c\,x$ wurde darauf die Konstante K berechnet und aus den hierbei gefundenen 5 Werten das Mittel gebildet. Endlich wurden dann die Werte für y berechnet, auch die minimale Lichtintensität a, bei der y = 0 wird.

Der Faktor c war innerhalb der Fehler derselbe. Am besten stimmte er beim Ellern-, Senf-, Hafer- und Luzerneversuch I überein. Auffällig war, dass er beim Frischgewicht durchweg etwas niedriger war, als bei der Trockensubstanz. Es wurde nun eine Umrechnung in der Weise vorgenommen, dass der bei den obigen Versuchen gefundene Wert für c abgerundet = 0,02 für alle Gleichungen in Anwendung gebracht wurde. Mit Änderung des angenommenen Höchstbetrages A liess sich im allgemeinen ein noch besserer Anschluss der berechneten an die gefundenen Werte erzielen. Folgende Übersicht gibt die Gleichungen für die einzelnen Versuche nach der Formel $\log (A-y) = \log A - c\,(x-a)$.

Logarithmische Gleichungen für die Ertragskurven.

Trockensubstanz.

Luzerne	I	log (58-y)	=	1,763 - 0,02	(x - 57,8)
"	II	log (77-y)	=	1,886 - 0,02	(x - 54,5)
"	III	log (55-y)	=	1,740 - 0,02	(x - 50,5)
"	IV	log (58-y)	=	1,736 - 0,02	(x - 37,0)
Radies	I	log (33,5-y)	=	1,525 - 0,02	(x - 58,2)
"	II	log (18,0-y)	=	1,255 - 0,02	(x - 52,9)
"	IV	log (15,5-y)	=	1,190 - 0,02	(x - 30,5)
Ellern		log (360-y)	=	2,580 - 0,02	(x - 44,0)
Senf		log (150-y)	=	2,176 - 0,02	(x - 51,9)
Hafer		log (161-y)	=	2,207 - 0,02	(x - 49,4)
Buchweizen		log (6-y)	=	0,778 - 0,02	(x - 29,1)
Lupine		log (65-y)	=	1,813 - 0,02	(x - 34,9)

Frischgewicht.

Luzerne	I	log (270-y)	=	2,431 - 0,02	(x - 55,9)
"	II	log (365-y)	=	2,562 - 0,02	(x - 50,6)
"	III	log (320-y)	=	2,505 - 0,02	(x - 48,3)
"	IV	log (330-y)	=	2,519 - 0,02	(x - 35,1)
Radies	I	log (355-y)	=	2,550 - 0,02	(x - 57,1)
"	II	log (245-y)	=	2,389 - 0,02	(x - 50,5)
"	IV	log (210-y)	=	2,322 - 0,02	(x - 30,0)
Ellern		log (735-y)	=	2,866 - 0,02	(x - 44,0)
Senf		log (660-y)	=	2,820 - 0,02	(x - 45,4)
Hafer		log (695-y)	=	2,842 - 0,02	(x - 40,4)
Buchweizen		log (65-y)	=	1,813 - 0,02	(x - 37,4)
Lupine		log (650-y)	=	2,813 - 0,02	(x - 33,4)

GEFUNDENE UND BERECHNETE WERTE.

Folgende Tabellen geben die Durchschnitts-Tageslicht-Intensitäten (x) für die einzelnen Versuche, die Erträge (y) als Mittel der vier Parallelversuche und die nach obigen Gleichungen berechneten Werte für y. Die Ergebnisse der einzelnen Versuche sind aus den Tabellen des Anhangs zu ersehen.

Lichtintensität	15. IV. - 17. VI.			
	Frischgewicht		Trockensubstanz	
	gefunden	berechnet	gefunden	berechnet
Luzerne I.				
68,8	114 ± 9	120	22,4 ± 2,6	22,9
79,1	185 ± 20	177	36,1 ± 5,3	36,1
91,6	210 ± 24	218	43,9 ± 5,3	45,7
99,7	240 ± 4	234	52,8 ± 2,6	49,4
125,0	258 ± 11	259	55,4 ± 1,8	55,4
Luzerne II.				
60,5	133 ± 11	133	22,6 ± 1,0	19,7
69,6	217 ± 18	216	37,8 ± 3,4	38,7
80,6	270 ± 17	273	51,1 ± 3,1	53,9
87,8	282 ± 23	299	54,6 ± 3,1	60,4
111,0	347 ± 13	342	72,9 ± 1,9	71,2
Luzerne III.				
56,7	104 ± 5	103	15,3 ± 1,1	12,6
65,2	177 ± 18	173	26,3 ± 1,8	26,4
75,5	217 ± 17	229	35,4 ± 3,3	37,2
82,2	240 ± 11	253	39,3 ± 1,3	42,3
103,0	303 ± 13	294	52,3 ± 0,6	50,0
Luzerne IV.				
40,7	79 ± 7	86	11,5 ± 1,5	11,7
46,8	148 ± 18	147	22,2 ± 1,2	23,1
54,2	200 ± 27	201	32,2 ± 3,6	33,1
54,0	230 ± 15	228	37,8 ± 2,4	38,1
74,0	272 ± 37	281	47,7 ± 0,8	48,0
Radies I.				
68,8	141 ± 3	148	12,6 ± 0,4	12,8
79,1	261 ± 32	228	22,5 ± 2,4	20,7
91,6	282 ± 42	283	26,7 ± 2,9	26,3
99,7	299 ± 24	305	28,5 ± 1,5	28,5
125,0	338 ± 42	340	32,0 ± 3,7	32,0
Radies II.				
60,5	91 ± 8	90	6,0 ± 0,4	6,0
69,6	120 ± -	143	8,4 ± -	10,0
80,6				
87,8	199 ± 12	201	13,4 ± 0,8	14,5
111,0	230 ± 15	230	16,7 ± 0,7	16,8

Radies III (16 7III 19 IX)

Lichtintensität	Frischgewicht gefunden	Frischgewicht berechnet	Trockensubstanz gefunden	Trockensubstanz berechnet
40,7	84 ± 9	82	5 8 ± 0,5	5,8
46,8	111 ± 19	114	7,6 ± 0,7	8,2
54,2	156 ± 14	141	10,8 ± 1,2	10,3
59,C	157 ± 11	165	11,4 ± 0,7	11,3
74,0	171 ± 13	182	13 3 ± 0,8	13,4

Ellern (23 IV 5 X)

55,0	334 ± 24	332	152 ± 14,4	151
63,3	464 ± 19	485	210 ± 9,8	224
73,3	602 ± 25	594	289 ± 13,7	291
79 8	634 ± 15	638	303 ± 7,8	307
100,0	705 ± 27	705	358 ± 18,3	351

Senf (2 V - - 26 VII.)

64,4	379 ± 54	383	66,1 ± 9,8	65.3
74,1	520 ± 10	483	97,7 ± 5,3	95,8
85,8	558 ± 28	556	116,0 ± 8,3	118,4
93,4	576 ± 31	582	126,7 ± 5,3	127,2
117,0	613 ± 42	635	144,6 ± 5,2	142,5

Buchweizen (18. VIII 3 X)

38,5	24,5 ± 1,1	25,3	2,0 ± 0,1	2,1
44,3	40,0 ± 2,5	35,2	3,4 ± 0,2	3,0
51,3	45,7 ± 3,2	43,2	4,0 ± 0,2	3,8
55,9	47,5 ± 0,9	47,5	4,3 ± 0,04	4,3
70,0	48,0 ± 4,7	55,7	4,5 ± 0,4	5,1

Hafer (4 V. - 26 VII)

64,4	460 ± 25	464	78,2 ± 3,5	80,1
4,1	589 ± 27	547	110,7 ± 5,9	109,2
5,8	617 ± 19	609	136,4 ± 8,2	139,8
93,4	623 ± 27	642	139,6 ± 5,6	139,7
117,0	646 ± 14	675	150,8 ± 6,3	153,8

Lupine (27 VII 3 X)

44,0	240 ± 18	223	24,1 ± 1,5	23,3
50,6	335 ± 34	345	33,9 ± 3,2	34,2
58,6	473 ± 16	443	45,4 ± 1,6	43,8
63,8	450 ± 19	479	46,5 ± 2,4	48,2
80,0	415 ± 39	569	42,5 ± 3,8	57,0

Um diese Resultate mit denen von 1912 vergleichen zu können, seien die Gleichungen für die Trockensubstanz-Kurven in derselben Weise wie damals berechnet, also die höchste Lichtintensität stets = 1 gesetzt, nochmals angeführt Für x er-

geben sich mithin für alle Versuche: Abtl. I: x = 1,00; Abtl. II: x = 0,798; Abtl. III: x = 0,733; Abtl. IV.: x = 0,633; Abtl. V.: x = 0,550. - Die Werte für y bleiben dieselben. Die Gleichungen lauten:

Luzerne	I.	log (58 - y)	= 1,763 - 2,5	(x - 46,3)
"	II.	log (77 - y)	= 1,886 - 2,2	(x - 49,1)
"	III.	log (55 - y)	= 1,740 - 2,1	(x - 49,6)
"	IV.	log (38 - y)	= 1,763 - 1,5	(x - 50,0)
Radies	I.	log (33,5-y)	= 1,525 - 2,5	(x - 46,6)
"	II.	log (18 - y)	= 1,255 - 2,2	(x - 47,7)
"	IV.	log (15,5-y)	= 1,190 - 1,5	(x - 41,1)
Ellern		log (380 -y)	= 2,580 - 2,0	(x - 44,0)
Senf		log (150 -y)	= 2,176 - 2,3	(x - 44,5)
Hafer		log (161 -y)	= 2,207 - 2,3	(x - 42,2)
Buchweizen		log (6 - y)	= 0,778 - 1,4	(x - 41,6)
Lupine		log (65 - y)	= 1,813 - 1,6	(x - 43,6)

Die so berechneten Faktoren, die, weil die Lichtintensität der einzelnen Versuchsperioden nicht berücksichtigt, zum Herbst hin niedriger werden müssen, stimmen mit den im Jahre 1912 gefundenen sehr gut überein.

FOLGERUNGEN AUS DEN GLEICHUNGEN.

Aus den Gleichungen ergibt sich:

I. Der Wirkungsfaktor des Lichtes ist stets konstant. Das Licht wirkt immer in gleicher Weise auf die Ertragssteigerung. Bei den Versuchen von 1912 konnte die Konstanz des Faktors nur für gleiche Versuchszeiten festgestellt werden; wird aber wie es bei den letzten Versuchen möglich war, die Lichtintensität der einzelnen Versuchsperioden mit in Rechnung gezogen, so ergibt sich stets derselbe Faktor, ganz gleich, ob den einzelnen Versuchen viel oder wenig Licht zur Verfügung stand. Das Licht wirkt ferner in der gleichen Weise, wie die Gleichungen zeigen, ob die Pflanzen im Freien oder im Gewächshaus wuchsen.

II. Die minimale Lichtintensität a, bei der das Wachstum beginnt, ist eine veränderliche Grösse. Sie wird beeinflusst:

1. Durch die Wärme. Die Gleichungen mit dem Faktor 0,02 zeigen ein ständiges Sinken von a zum Herbst hin; die Pflanzen wachsen zum Herbst also schon bei einer geringeren Belichtung. Diese merkwürdige Erscheinung dürfte dadurch zu erklären sein, dass der Wachstumsfaktor Wärme den Wachstumsfaktor Licht bis zu gewissem Grad ersetzen kann. Temperaturmessungen sind nicht vorgenommen worden; eine Temperaturkurve dieser Vegetationszeit dürfte aber anders verlaufen, als die Licht-Intensitätskurve, ihr Maximum im Hochsommer haben.

Die Ergebnisse von 1912 bestätigen die Annahme, dass die Wärme das Licht ersetzen kann. Im Gewächshaus war es, wie erneute Messungen mit unserer Lösung bestätigten, dunkler als in Abtl. V, den unbeschatteten Pflanzen im Gewächshaus standen 10% Licht weniger zur Verfügung, als den am dunkelsten gehaltenen Pflanzen im Freien. Dabei ist nicht anzunehmen, dass das Gewächshaus einen zu niedrigen Wert der Lichtmessung bedingt habe, denn sowohl bei der Lösung wie beim Photometer gehen die Lichtstrahlen sowieso durch Glas hindurch. Wenn im Gewächshaus bei einer Belichtung noch Erträge erzielt wurden, die im Freien kein Wachstum mehr ermöglicht hätte, so ist das nur durch die grössere Wärme im Gewächshaus zu erklären, das eben Licht in Wärme verwandelt. Diese grössere Wärme des Gewächshauses erklärt auch den viel niedrigeren Wert für a in den Gleichungen der Versuche von 1912.

2. Die minimale Lichtintensität a ist ferner von der Pflanzenart abhängig In den vorliegenden Versuchen ist dieses nicht besonders auffallend; hätten wir aber zu den Beschattungsversuchen ausgesprochene Licht- und Schattenpflanzen verwendet, so hätten wir denselben Wert für c, für a hingegen hätten wir bei den Lichtpflanzen weit höhere Werte als bei den Schattenpflanzen erhalten müssen. Da a auch von der Wärme abhängig, können nur Pflanzen mit gleicher Versuchszeit miteinander verglichen werden.

Aus den vorliegenden Versuchen lässt sich nur folgern, dass der Hafer Lichtentzug besser vertragen kann als Senf; denn bei ihm ist a, wenn auch nicht wesentlich, niedriger. Die Radies- und Luzerneversuche geben kein klares Bild, erstere haben, wie oben gesagt, viel unter Schädigungen gelitten, bei letzteren ist eine Schädigung der Konstitution der Pflanzen durch den dauernden Lichtentzug nicht unmöglich.

III. a ist bei den Trockensubstanz-Gleichungen bis auf den Ellernversuch höher als beim Frischgewicht; zur Bildung von Trockensubstanz ist also mehr Licht erforderlich, als zum Wachstum. Wasser stand ja im Überschuss zur Verfügung und kann auch im Dunklen aufgenommen werden, während zur Assimilation unbedingt Licht erforderlich ist. Die Versuche von 1912 zeigen, dass zur Bildung von Korn mehr Licht erforderlich ist, als zur Bildung der Gesamt-Pflanzensubstanz; diese Beobachtungen stimmen gut zusammen. Dass a beim Ellernversuch in beiden Fällen gleich, möchte ich darauf zurückführen, dass hier nur die entblätterten Stämmchen geerntet wurden, der Unterschied zwischen Frischgewicht und Trockensubstanz mithin nicht so bedeutend war.

Bemerkt mag an dieser Stelle werden, dass erstens der Einfluss der Wärme, zweitens die Individualität der Pflanzenart in der Minimal-Lichtintensität a zum Ausdruck kommen, drittens endlich der Umstand, ob Frischgewicht, Trockensubstanz oder Kornertrag berücksichtigt werden. Die Frage, ob diese drei Momente nicht etwa den Faktor c beeinflussen könnten, ist auf Grund der vorliegenden Versuche nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Ich möchte annehmen, dass die beiden erstgenannten Momente (Wärme und Pflanzenart) nur a beeinflussen, während das dritte, der Umstand, ob Frischgewicht, Trockensubstanz oder Kornertrag berechnet wird, auch im Faktor c zum Ausdruck kommen könnte. Wären wir in der Lage, diese drei Momente zahlenmässig zu erfassen und in Rechung zu ziehen, wie es mit der Lichtintensität der verschiedenen Versuchsperioden in dieser Arbeit geschehen ist, so müssten sich Gleichungen mit stets demselben Wert sowohl für c wie für a aufstellen lassen.

IV. Endlich zeigen die Gleichungen, dass das Licht bei uns in ausreichender Menge den Pflanzen zur Verfügung steht, denn die Höchsterträge der Gleichungen werden innerhalb der Fehler in der Regel erreicht; bei den Herbstversuchen ist es allerdings nicht immer der Fall. Man muss ja wohl auch annehmen, dass sich die Pflanzen den herrschenden klimatischen Bedingungen im Laufe der Zeit angepasst haben.

ZUSAMMENFASSUNG.

Zum Schluss seien die Ergebnisse dieser Arbeit noch einmal zusammengefasst:

I. Von den bis jetzt gebräuchlichen Lichtmessungs-Verfahren dürfte das mittels chemischer Lösungen für pflanzenphysiologische Zwecke am geeignetsten sein.

II. Das Licht steht den Pflanzen in unsern Breiten in angenähert ausreichenden Mengen zur Verfügung; Beschattung bewirkt Ertragsverminderung gemäss dem Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren.

III. Der Wachstumsfaktor "Licht" ist konstant.

IV. Die minimale Lichtintensität a ist keine absolute Grösse, sie ist abhängig:

a. von der Wärme;

b. von der Pflanzenart;

c. sie ändert sich je nachdem Frischgewicht, Trockensubstanz oder Kornertrag berechnet werden, zur Ausbildung des ersteren braucht die Pflanze am wenigsten, des letzten am meisten Licht.

Literatur-Verweise.

(1) MITSCHERLICH in Landw. Jahrb. XLVI (1912) p. 655 - 659; LVI (1921) p. 77 - 78. - (2) MITSCHERLICH in Landw. Versuchsstat. 190E, p. 467 - 469. - (3) EDER, Ein neues Graukeilphotometer, Halle (Knapp) 1920. - (4) PLOTNIKOW, Allg. Photochemie, Berlin u. Leipzig 1920. - (5) MITSCHERLICH, Bodenkunde, 3. ed. p. 343 - 345.

ANHANG: TABELLEN.

Abtl.	Gefäss nr.	Luzerne I. 25. IV. - 17. VI.				Luzerne II. 17. VI. - 19. VII			
		frisch	Mittel	trocken	Mittel	frisch	Mittel	trocken	Mittel
I.	1	265		52,5		339		72,3	
	2	269	258	56,5	55,4	346	347	73,1	72,9
	3	263	± 11,2	58,0	± 1,8	373	±12,9	76,7	±1,9
	4	235		54,5		329		69,6	
II.	5	245		52,0		316		62,5	
	6	244	240	58,0	52,8	244	282	49,0	54,6
	7	231	±4,4	50,5	±2,6	272	±22,9	51,7	±4,2
	8	240		50,5		294		55,3	
III.	9	235		46,0		299		51,0	
	10	187	210	38,0	43,9	273	270	51,4	51,1
	11	237	±24,9	52,5	±5,3	272	±16,6	50,5	±3,1
	12	183		39,0		236		45,5	
IV.	13	199		38,0		220		39,6	
	14	161	185	31,0	36,1	195	217	32,8	37,8
	15	169	±19,8	33,5	±5,3	202	±18,3	38,5	±3,4
	16	212		42,0		252		43,1	
V.	17	117		24,5		121		20,8	
	18	126	114	25,5	22,4	150	133	23,8	22,6
	19	116	±8,5	21,0	±2,5	122	±11,0	20,8	±1,0
	20	96		18,5		138		21,8	

		Luzerne III. 19.VII. - 16.VIII.				Luzerne IV. 16.VIII.-19.IX			
I.	1	305		53,5		271		46,2	
	2	329	304	57,5	52,3	271	272	47,5	47,7
	3	290	±14,4	52,2	±0,6	279	±3,7	49,0	±0,8
	4	289		51,9		266		58,0	
II.	5	221		39,5		203		34,5	
	6	261	240	41,7	39,3	260	230	42,7	37,8
	7	240	±10,7	37,6	±1,3	226	±14,9	36,1	±2,4
	8	236		38,2		230		37,8	
III	9	211		34,4		192		31,7	
	10	242	217	40,3	35,4	246	200	38,0	32,2
	11	225	±16,6	37,2	±3,3	211	±26,8	33,7	±3,6
	12	188		29,8		150		25,3	
IV.	13	196		28,7		153		23,0	
	14	167	177	25,5	26,3	123	148	18,7	22,2
	15	148	±18,3	23,3	±1,8	(86)	±18,7	(13,8)	±1,2
	16	195		27,6		169		24,8	
V.	17	109		15,7		80		12,0	
	18	110	104	17,0	15,3	79	79	11,3	11,5
	19	101	±5,1	14,2	±1,1	64	±7,1	9,2	±1,5
	20	97		14,2		92		13,6	

Abtl.	Gefäss nr.	Radies I. 2.V. - 17.VI. frisch	Mittel	trocken	Mittel	Radies II. 17.VI.-19.VII. frisch	Mittel	trocken	Mittel
I.	61	385		36,5		255		19,4	
	62	279	337,5	27,0	32,0	199	230	15,0	16,7
	63	375	±41,7	35,0	±3,7	233	±15,1	15,4	±0,7
	64	311		29,5		234		17,0	
II.	65	292		28,5		223		15,0	
	66	348	298,5	31,5	28,5		199		13,4
	67	287	±24,2	27,0	±1,5		±12,0		±0,8
	68	267		27,0		174		11,7	
III.	69	296		27,0					
	70	356	282	32,5	26,7				
	71	210	±42,5	21,5	±2,7				
	72	267		26,0					
IV.	73	272		23,0					
	74	253	261	22,0	22,5		120		8,4
	75	316	±32	27,0	±2,4		±-		±-
	76	204		18,0		120		8,4	
V.	77	136		12,5		87		6,0	
	78	145	141	13,0	12,6	99	91	6,0	6,0
	79	140	±3,4	12,0	±0,4	77	±8,3	5,3	±0,4
	80	145		13,0		99		6,8	

Abt.	Gef. nr.	Radies IV. 16.VIII.-19.IX. Frisch	Mittel	trocken	Mittel	Gef. nr.	Ellern. 23.IV.-5.X. Frisch	Mittel	trock.	Mittel
I.	61	162		12,8		81	738		384	
	62	193	171	14,9	13,3	82	728	705	369	358
	63	168	±13,4	13,2	±0,8	83	664	±27,1	328	±18,3
	64	160		12,1		84	691		350	
II.	65	152		11,5		85	611		298	
	66	164	157	12,0	11,4	86	646	634	302	303
	67	171	±10,5	12,0	±0,7	87	627	±14,6	293	±7,8
	68	140		10,0		88	652		318	
III.	69	170		12,0		89	606		301	
	70	170	156	12,0	10,8	90	550	602	262	289
	71	153	±12,9	10,5	±1,2	91	629	±25,1	305	±13,7
	72	130		8,6		92	622		298	
IV.	73	122		8,6		93	493		220	
	74	-	111	-	7,6	94	456	464	205	210
	75	112	±8,7	7,6	±0,7	95	472	±18,5	219	±9,8
	76	98		6,6		96	433		195	
V.	77	87		6,0		97	292		133	
	78	66	84	4,6	5,8	98	325	334	141	152
	79	96	±8,8	6,5	±0,5	99	380	±24,6	179	14,4
	80	87		5,9		100	338		153	

Abtl.	Gef. nr.	Senf 2.V. - 26.VII.				Buchweizen 18.VIII.-3.X.			
		Frisch	Mittel	trocken	Mittel	Frisch	Mittel	trocken	Mittel
I.	21	563		139,7		41,5		4,1	
	22	578	613	140,5	144,6	44,0	48,0	4,0	4,5
	23	662	±42	155,2	±5,2	52,0	±4,7	4,9	±0,4
	24	650		143,0		54,5		5,0	
II.	25	616		137,5		45,5		4,3	
	26	566	576	116,2	126,7	48,5	47,5	4,3	4,3
	27	600	±31	136,6	±5,3	46,5	±0,9	4,3	±0,04
	28	522		116,5		49,5		4,4	
III.	29	550		124,5		(20,0)		(2,2)	
	30	615	558	123,7	116,0	41,0	45,7	3,8	4,0
	31	(398)	±28	(88,2)	±8,3	46,0	±3,2	4,1	±0,2
	32	508		98,5		50,0		4,2	
IV.	33	503		106,0		42,0		3,6	
	34	533	520	100,2	97,7	37,5	40,0	3,2	3,4
	35	516	±10	92,2	±5,3	43,5	±2,5	3,6	±0,2
	36	527		92,3		37,0		3,2	
V.	37	444		78,5		26,0		2,1	
	38	322	379	59,5	66,1	25,5	24,5	2,1	2,0
	39	325	±54	52,5	±9,8	22,0	±1,1	1,8	±0,1
	40	423		73,8		(15,5)		(1,4)	
		Hafer 4.V. - 26.VII.				Lupine 27.VII.-3.X.			
I.	41	675		162,0		349		37,0	
	42	638	646	147,4	150,8	419	415	44,5	42,5
	43	633	±14	151,8	±6,3	399	±39	40,2	±3,8
	44	635		141,9		491		48,4	
II.	45	587		131,5		459		49,5	
	46	603	623	136,2	139,6	474	450	48,5	46,5
	47	657	±27	146,0	±5,6	436	±19	43,1	±2,4
	48	643		144,7		430		44,9	
III.	49	581		133,6		458		44,9	
	50	640	617	136,8	136,4	455	473	42,1	45,4
	51	633	±19	143,0	±8,2	490	±16	46,4	±1,6
	52	613		122,3		490		48,2	
IV.	53	547		109,7		326		34,1	
	54	601	589	112,0	110,7	368	355	35,9	33,9
	55	632	±27	121,6	±5,9	382	±34	38,0	±3,2
	56	574		99,6		373		37,8	
V.	57	459		76,2		249		24,2	
	58	512	460	85,1	78,2	268	240	27,2	24,1
	59	440	±25	73,0	±3,5	231	±18	23,5	±1,5
	60	429		78,5		212		21,6	

Die Quellmoore des Kreises Berent in Wpr.

Von H. STEFFEN (Allenstein).

Im Anschluss an die vorwiegend floristische und formationsbiologische Erforschung der Quellmoore des Preussischen Landrückens wurden im Sommer 1917 auch die im Kreise Berent (auf dem Pommerschen Landrücken) liegenden Moorbildungen dieser Art vom Verfasser im Auftrag des Preussischen Botanischen Vereins untersucht. Den Anlass hierzu gab eine Arbeit von P. KALKREUTH (1), die einige Angaben über diesen Gegenstand enthält.

Die betreffenden Quellmoore liegen wie gewöhnlich in Gruppen zusammen. Eine solche, in dem Becken des Lienfelder Sees gelegen, enthält meistens Gehängemoore, eine zweite im Fietze-Tal zwischen Gladau und Nieder-Schridlau enthält besonders viele Kessel-Quellmoore, die auch sonst im Kreise Berent verhältnismässig häufiger als auf dem Preussischen Landrücken beobachtet wurden. Zwei weitere Gruppen liegen im Ferse-Tal, die eine (dritte) bei Schloss Kischau und die andere (vierte) bei Pogutken. Die dritte Gruppe enthält nur Quellmoorkuppen, die z.T. mitten im Flachmoor liegen, die vierte Bildungen verschiedener Art. Quellmoorhänge wurden nur je einmal am Linfelder See und im Fietze-Tal gegenüber Gr.-Lipschin beobachtet, der Typus des Quellmoorsumpfes gar nicht. Alle untersuchten Moore sind mehr oder weniger von der Kultur beeinflusst und haben daher nicht annähernd den wissenschaftlichen Wert wie die des Preussischen Landrückens, insbesondere die ganz unberührten der Rominter Heide.

Die Methode der Untersuchung und Bearbeitung ist die gleiche, wie sie in der Abhandlung des Verfassers über die Quellmoore des Preussischen Landrückens (2) zum Ausdruck gebracht worden ist. Hierauf wird auch bezüglich des Gebrauches der Fachausdrücke, der Verbreitungsindices, der einschlägigen Literatur u.s.w. verwiesen.

I. GEOLOGISCHER AUFBAU.

Bezüglich des geologischen Aufbaus der Quellmoore kommen Abweichungen wesentlicher Art von den früher untersuchten nicht vor. Als bemerkenswert verdient nur das besonders häufige Auftreten der sog. Kessel-Quellmoore (3) hervorgehoben zu werden. Diese Bildungen entstehen dadurch, dass die Quelle im Laufe der Zeit aus der Böschung einen mehr oder weniger tiefen Kessel auswäscht, auf dessen Grund das Quellmoor liegt, das demnach fast von drei Seiten von steilen Böschungen umgeben ist. Auf dem Preussischen Landrücken treten solche Quellmoore nicht zu häufig auf, und es war hier schon festgestellt worden, dass sie gar keinen oder nur wenig Kalktuff abgelagert hatten. Diese Beobachtung wurde an sämtlichen Kessel-Quellmooren des Kreises Berent bestätigt. Wie eine Reihe von Bohrungen ergab, lagert unter einer mehr oder weniger mächtigen Torfschicht eine oft erhebliche Schicht von Sand, Grand oder sandigem Ton (vergl. das folgende Bohrregister).

Zur chemischen Untersuchung mitgenommene Proben ergaben das Vorhandensein von 0 - 7% Kalk. Der im Quellwasser enthaltene Gehalt an diesem Mineral dürfte sich - wie es KEILHACK für Gehängemoore des Baltischen Höhenrückens in Hinterpommern und Westpreussen (4) festgestellt hat - in den Flachmooren des benachbarten Tales als Wiesenkalk absetzen.

Bohrregister.

REIHE I. Quellmoorhang am Lienfelder See, Westufer des Nordost-Zipfels.
Prof. (1) 10 m vom oberen Rand. 0 - 1,75: Flachmoortorf, bei 1,5 Holzreste. / 1,75 - (2,0): Mineralischer Untergrund (Sand).
Prof. (2), 10 m tiefer: 0 - 2,2: Flachmoortorf. / 2,2: Sand, wie Prof. (1).

Prof. (3). - 10 m tiefer. - 0 - 2,2: Flachmoortorf; bei 1,25 Holzreste. / 2,2 - 3: Torf mit Kalktuffbröckchen, ohne scharfe Grenze in die folgende Schicht übergehend. / 3 - 4 und darüber: Seekreide. Chem. Analyse: 93% $CaCO_3$, 6% organische Reste.

Prof. (1) liegt 1,5 m, Prof. (3) höchstens 2,5 m über dem Seespiegel. Die Kalkbildung dürfte also überwiegend limnischer Natur sein.

REIHE II. Kessel-Quellmoor am Lienfelder See; in der Nähe von Reihe I.
Prof. (1). - Mittelpunkt des Kessels, ca. 15 m vom Rande. - 0 - 0,4: Feuchter schwarzer Torf. / 0,4 - 0,7: Kalktuff, hartbröckelig und feucht. / 0,7 - 1,0: Torf. / 1,0: Grober Sand.
Prof. (2). - 5 m tiefer (nach dem See zu). - 0 - 2,4: Feuchter schwarzer Torf. / 2,4: Grober Sand.

REIHE III. Kesselquellmoor bei Gr. Lippschin, an der W-Seite des Fietze-Tales.
Prof. (1). - Zwischen dem Gipfel der Kuppe und dem mineralischen Rand; über dem Gipfel. - 0 - 1,7: Feuchter schwarzer Torf. / 1,7 - 2,1: Ton- und sandhaltiger Torf. / 2,1 - 2,2: Sandiger Ton. / 2,2 - 2,5: Quellwasserhorizont. / 2,5: Ton.
Prof. (2). - Gipfel der Kuppe, 10 m von Prof. (1). - 0 - 1,5: Schwarzer, feuchter Torf. / 1,5 - 1,7: Grober Sand. / 1,7 - 3,0 und darüber: Sandiger Ton; bei 1,5 Holzreste.
Prof. (3). - 10 m tiefer. - 0 - 1,9: Schwarzer, fester Flachmoortorf, bei 1,0 Holzreste. / 1,9 - 2,7: Grobbröckeliger Kalktuff mit wenigen schwachen Torf- und Tonlagen. / 2,7 - 3: Schwarzer, schmieriger Ton.
Prof. (4). - 10 m tiefer. - 0 - 1,3: Schwarzer fester Torf; bei 1,0 Holzreste. / 1,3 - 2 und darüber: Grobsandiger Ton mit kleinen Steinchen.
Prof. (5). - Auf der Höhe von Prof. (3), 15 m seitlich. - 0 - 0,7: Schwarzer, fester Torf. / 0,7 - 3 und darüber: Sandiger Ton mit kleinen Steinchen.
Höhe des Hanges 4 - 5 m; Länge 55 m. Das Quellmoor geht in das Flachmoor des Fietze-Tals über, wie alle folgenden.

REIHE IV. Grosses Kessel-Quellmoor im Fietze-Tal, gegenüber Gr. Lipschin, Ost-Seite.
Prof. (1). - 10 m vom oberen Rand. - 0 - 0,7: Feuchter Torf mit Sand und Kies. / 0,7 - 0,9: Sand und Kies. / 0,9 - 1,0: Schwarzer, feuchter Torf. / 1,0 - 2 und darüber: Sand und Grand.
Prof. (2), 20 m tiefer. - 0 - 1,9: Schwarzer, feuchter Torf. / 1,9: Grand mit Sand.
Prof. (3), 12 m tiefer, 1 m unter Beginn des Hanges. - 0 - 0,4: Torf. / 0,4: Grober Sand.

REIHE V, 40 m von Teihe IV.
Prof. (1), auf halber Höhe des Hanges. - 0 - 0,8: Torf. / 0,8: Grober Sand.

REIHE VI., 30 m von Reihe V, 70 m von Reihe IV, mit dieser parallel.
Prof. (1), Höhe von Prof. (1) der Reihe V. - 0 - 0,9: Torf. / 0,9: Grober Sand.
Prof. (2), über Prof. (1), schwach ausgebildeter Gipfel einer Kuppe. - 0 - 1,4: Schwarzer fester Torf. / 1,4: Grober Sand.
Die Reihen IV. - VI. liegen auf e i n e m Quellmoorhang, der bis 45 m lang und 5 - 6 m hoch ist.

II. FORMATIONSBIOLOGIE.

Beim Studium der Formationen handelte es sich in erster Linie um die Feststellung, in wie weit die für den Preussischen Landrücken in Erfahrung gebrachten ökologischen Eigentümlichkeiten der Quellmoore, namentlich die Abweichungen von der gewöhnlichen Moorvegetation, in dem untersuchten Gebiet Geltung haben.

Es wurden daher nach Möglichkeit vergleichende Messungen der Bodentemperatur ausgeführt, die dieselben Resultate lieferten wie auf dem Preussischen Landrücken. Die Quellmoore hatten in jedem Falle eine niedrigere Temperatur als benachbarte Flachmoore, und diese Differenz war um so grösser, je stärker der Boden von Quellwasser durchtränkt war.

Art und Lage des Quellmoors.	I.	II.
1. Gehänge-Moor am Lienfelder See	12,5	17,5
2. Wie 1, feuchte Stelle	10,5	
3. Kessel-Quellmoor im Fietze-Tal bei Schridlau	11,5	
4. Kessel-Quellmoor im Fietze-Tal bei Gr. Lipschin	16,5	
5. Quellmoor-Kuppe gegenüber Gr. Lipschin	10,0	
6. Quellmoor-Hang wie 5, besonders trockene Stelle	14,0	19,0
7. Quellmoor-Hang wie 5, besonders feuchte Stelle	12,0	
8. Quellmoor-Kuppe im Fietze-Tal bei Gladau	16,0	
9. Gehänge-Moor, ebenda	15,0	
10. Quellmoor-Kuppe im Ferse-Tal b. Schloss Kischau	16,0	19,0
11. Wie 10, aber stark entwässert	18,5	
12. Gehänge-Moor im Ferse-Tal b. Pogutken	13,0	18,5
13. Wie 12, trockene Stelle	16,0	

Spalte I: Quellmoor; II. : benachbartes Flachmoor. - Die Temperaturen sind in Celsius-Graden angegeben.

Leider konnten die Untersuchungen nur im Juli ausgeführt werden, sodass für Frühjahr und Herbst keine Temperatur-Messungen bzw. phänologischen Beobachtungen vorliegen. Über die Vegetationsdauer der Quellmoore konnte daher nichts neues in Erfahrung gebracht werden; doch ist nicht zu erwarten, dass die Verhältnisse im Gebiet erheblich anders liegen als auf dem Preussischen Landrücken. - Von nordischen Arten, deren Vorkommen auf Quellmooren vom Verfasser mit dieser Frage in Zusammenhang gebracht worden ist, konnte auch nur *Saxifraga Hirculus* (im Fietze-Tal gegenüber Gr. Lipschin mehrfach und im Ferse-Tal bei Pogutken) festgestellt werden.

Im übrigen tritt der Unterschied in der Vegetation zwischen den Quellmooren und den typischen Flachmooren des Gebietes nicht so scharf hervor wie auf dem Preussischen Landrücken. Es ist das eine Folge der weit fortgeschrittenen landwirtschaftlichen Kultur des Gebietes.

Der plötzliche Wechsel der Bestandstypen innerhalb der Formationen, der namentlich für die ostpreussischen Quellmoore scharf zum Ausdruck kommt, wird im Kreise Berent selten so augenfällig. Infolge der fast überall durchgeführten Anlage von Entwässerungsgräben wird die Wasserbewegung in den Quellmooren in geregelte Bahnen gelenkt, die Gelegenheit zu Kalktuff-Ablagerungen verringert und die Verlegung von Quellpunkten, die sonst bisweilen infolge von Verstopfungen eintritt verhindert. Infolge dessen ist das Quellmoor geologisch als abgestorben zu betrachten (5) und muss einem gewöhnlichen Flachmoor immer ähnlicher werden; und wenn gar noch Düngung und Ansamung von Kulturgräsern dazutritt, hört jedes formationsbiologische Interesse auf. Besonders gründlich war man stellenweise bei Schloss Kischau im Ferse-Tal vorgegangen. Hier war eine ungefähr 150 m im Durchmesser grosse Quellmoorkuppe durch zwei Systeme von Gräben, konzentrische und radiale, durchzogen; die Flora stimmte ganz mit der des umgebenden Flachmoors überein. Ein anderes ganz auf Diluvium liegendes war fast bis auf den Grund aufgegraben, wodurch die ursprüngliche Vegetation zum grossen Teil vernichtet worden war. Es hatte sich darauf eine den Quellmooren sonst recht fremdartige Pflanzengesellschaft eingefunden, wie die folgende Artenliste zeigt:

Equisetum palustre Z4, *Carex acutiformis* Z3, *Phalaris arundinacea* , *Deschampsia caespitosa*, *Festuca elatior*, *Briza media*, *Urtica dioica*, *Rumex crispus*, *Polygonum Bistorta*, *Lychnis Flos-cuculi*, *D i a n t h u s s u p e r b u s* , *Cerastium triviale*, *Lathyrus pratensis*, *Vicia Cracca*, *Ulmaria palustris*, *Geum rivale*, *Heracleum sibiricum*, *P i m p i n e l l a m a g n a* , *Epilobium parviflorum*, *P o l e m o n i u m c o e r u l e u m* , *Galium palustre*, *Valeriana officinalis*, *c a b i o s a c o l u m b a r i a* , *Centaurea Jacea*, *Crepis paludosa*, *Cirsium oleraceum*, *Cirsium palustre*, *Chrysanthemum Lecanthemum*.

Die ursprüngliche Vegetation scheint also ein Equisetetum palustris gewesen zu sein.

Eine Folge der Entwässerung dürfte auch das seltene Auftreten der "Formation der Quellpunkte" auf den Quellmooren des Kreises Berent sein. Sie ist hier auch nicht so typisch ausgebildet wie auf dem Preussischen Landrücken. Fünf Einzelbeobachtungen ergaben die folgende Artenliste:

Acrocladium cuspidatum V 1, *Equisetum palustre V 2*, *Lemna minor V 1*, *Carex rostrata V 2*, *Glyceria plicata V 2*, *Rumex Acetosa V 4*, *Z 3 - 5*. *Caltha palustris V 2*, *Epilobium palustre V 2*, *Berula angustifolia V 1*, *Galium palustre V 1*, *Cirsium oleraceum V 3*.

III. DIE PFLANZENGESELLSCHAFTEN.

Wie zu erwarten war, kehren die für den Preussischen Landrücken aufgestellten Assoziationen im Kreise Berent zum Teil wieder. Dass es lange nicht alle sind, liegt an dem beschränkten Umfang des Gebietesund der geringeren Zahl der vorhandenen Quellmoore. So fallen im Kreise Berent alle zwischenmoorartigen Pflanzenvereine fort, aber auch einige der flachmoorartigen fehlen, so das Menyanthetum trifoliatae, das Phragmitetum communis und die Gesträuchformationen. Erlenmoor wurde nur in den Anfangsstadien der Entwickelung angetroffen. Die einzige neu hinzutretende Assoziation, das Scirpetum silvatici, lässt sich ohne Zwang in die Formationen des Preussischen Landrückens einordnen, sodass für die Abgrenzung und Gruppierung der Pflanzengesellschaften schon von vorn herein eine Grundlage vorhanden war.

Für die schwingflachmoor-artigen Formationen konnten – abgesehen von der schon behandelten Formation der Quellpunkte – nur zwei Assoziationen festgestellt werden. Die erste davon ist:

1. Das Hypneto-Caricetum. Die hierher gehörigen Bestände treten verhältnismässig häufig auf und gewöhnlich an den am wenigsten von der Kultur berührten Stellen. Wie auf dem Preussischen Landrücken ist *Carex rostrata* immer dominierend und Leitart, dagegen sind *Camptothecium nitens* und *Aulacomnium palustre* nur selten massenhaft vorhanden. Nähere Aufschlüsse über die Abweichungen von den Verhältnissen des Preussischen Landrückens bezw. Übereinstimmungen mit diesem ergibt die folgende Artenliste, die sich auf 13 Einzelbeobachtungen gründet:

Marchantia polymorpha V 4, *Bryum pseudotriquetrum V 3*, *Z 3 - 5*, *Aulacomnium palustre V 2*, *Z 3 - 5*, *Mnium Seligeri V 2*, *Mn. undulatum V 1*, *Funaria hygrometrica V 1*, *Climacium dendroides V 3*, *Brachythecium rivulare V 1*, *Acrocladium cuspidatum V 4*, *Harpidium vernicosum V 2*, *Harp. Kneiffii V 2*, *et fa. tenuis Klinggr. V 1*, *Chrysohypnum stellatum V 1*, *Cratoneuron filicinum V 1*, *Z 5*, *Camptothecium nitens V 2*, *Z 3 - 5*, *Thuidium delicatulum V 1*, *Hylocomnium squarrosum V 1*, *Equisetum palustre V 4*, *E. Heleocharis V 2*, *Aspidium Thelypteris V 2*, *Lemna minor V 1*, *Triglochin palustre V 2*, *Typha latifolia V 1*, *Eriophorum latifolium V 2*, *Carex rostrata V 4*, *Z 3 - 5*, *C. flava V 2*, *C. lepidocarpa V 1*, *C. panniculata V 2 - 3*, *C. teretiuscula V 2*, *C. Goodenoughii V 1*, *Agrostis canina V 1*, *Poa trivialis V 1*, *Phragmites communis V 1*, *Glyceria aquatica V 1*, *Juncus lamprocarpus V 3*, *J. glaucus V 1*, *Epipactis palustris V 1*, *Salix repens V 1*, *Polygonum Bistorta V 2*, *Rumex Acetosa V 4*, *Sagina nodosa V 3*, *Cerastium triviale V 1*, *Lychnis Flos-cuculi V 2*, *D i a n t h u s s u p e r b u s V 1*, *Ranunculus acer V 1*, *R. Lingua V 1*, *Caltha palustris V 4*, *Carda mine amara V 2*, *C. pratensis V 2*, *Geum rivale V 2*, *Ulmaria palustris Mnch. V 1*, *Potentilla silvestris V 2*, *Lotus uliginosus V 3*, *Tri-*

folium hybridum V 1, S a x i f r a g a H i r c u l u s V 2, Parnassia palustris V 3, Linum catharticum V 2 - 3, Epilobium palustre V 2 - 3, E. parviflorum V 2, Berula angustifolia V 1, Angelica silvestris V 2, Anthriscus silvestris V 1, Lysimachia nummularia V 1, Menyanthes trifoliata V 1, Myosotis palustris V 3, Rhinanthus major V 1, Pedicularis palustris V 2, Galium palustre V 3, G. uliginosum V 2 - 3, Succisa pratensis V 1, Valeriana dioica V 3, Z 3 - 5, Cirsium oleraceum V 3 - 4, C. palustre V 3, Crepis paludosa V 3, Tussilago Farfara V 1, Leontodon hastilis V 2.

Die zweite zum Schwingflachmoor-Typus gehörige Assoziation ist:

2. Das Equisetetum palustris. - Es tritt wie auf dem Preussischen Landrücken an recht feuchten Stellen auf, wurde aber (auch verhältnismässig) seltener beobachtet als dort, nur 4-mal. Infolge des meist sehr dichten Bestandes der dominierenden Art ist die Begleitflora keine sehr artenreiche:

Marchantia polymorpha (1), Acrocladium cuspidatum (2) Z 3 - 5, Camptothecium nitens (1), Bryum pseudotriquetrum (1), C r a t o n e u r o n d e c i p i e n s (1, Lienfelder See*), Equisetum palustre (4), E. Heleocharis (1), Aspidium Thelypteris (1), Eriophorum latifolium (1), Scirpus silvaticus (2), Carex rostrata (1), C. acutiformis (2), Deschampsia caespitosa (1), Poa trivialis (1), Phragmites communis (2), Glyceria plicata (1), Holcus lanatus (1), Festuca gigantea (1), Epipactis palustris (1), Rumex Acetosa (2), R. aquaticus (2), Ranunculus acer (1), R. repens fa. hirsuta (1), Caltha palustris (2), Cardamine amara (2), Geum rivale (1), Ulmaria palustris Mnch. (2), Parnassia palustris (1), Linum catharticum (1), Epilobium palustre (3), E. parviflorum (2), E. roseum (1), Peucedanum palustre (1), Lysimachia vulgaris (1), Myosotis palustris (3), Pedicularis palustris (1), Galium palustre (3), G. uliginosum (1), Valeriana dioica (1), V. s a m b u c i f o l i a (1), Cirsium oleraceum (1), C. palustre (1), Crepis paludosa (2), Senecio paluster (1), Eupatorium Cannabinum (1), Carex acuta (1).*

In der Reihe der standmoorartigen Pflanzenvereine wurde ein Bestandstypus beobachtet, der auf dem Preussischen Landrücken nur ein mal andeutungsweise (bei Zdroje, Kr. Strasburg) bemerkt und daher nicht besonders behandelt wurde:

3. Das Scirpetum silvatici. - Es findet sich immer an den feuchtetsten Stellen des Standmoors, wo besonders viele Quellwasseradern den Torf durchziehen. Das geht aus dem vielfach überrieselten Boden und dem häufigen Auftreten von *Cirsium oleraceum* hervor, das solche Stellen mit vorliebe besiedelt. Fünf Einzelbestände (meist aus dem Ferse-Tal bei Pogutken) vereinigen sich zu der folgenden Assoziation:

Marchantia polymorpha (1), Acrocladium cuspidatum (1), Brachythecium rutabulum (1), Equisetum palustre (2), Carex acutiformis (1) Z 4 - 5, Scirpus silvaticus (5) Z 5, S. compressus (1), Holcus lanatus (1), Juncus lamprocarpus (1), Rumex Acetosa (1), Polygonum Bistorta (2), Lychnis Flos-cuculi (1), Caltha palustris (1), Ranunculus acer (4), Geum rivale (4), Geranium palustre (1), Linum catharticum (2), Angelica silvestris (3), Lysimachia nummularia (3), Myosotis palustris (1), Rhinanthus major (1), Scutellaria galericulata (1), Mentha arvensis (1), Brunella vulgaris (1), Galium uliginosum (3), G. palustre (1), Cirsium oleraceum (5), C. palustre (1), Crepis paludosa (2).

Bei weitem am häufigsten unter allen beobachteten Bestandstypen tritt

4. Das Magno-Caricetum auf. Sicher ist hierauf der verhältnismässig starke Entwässerungsgrad der Quellmoore des Kreises Berent von Einfluss gewesen; denn durch den Wasservelust werden die vielen Schwingmoore in Standmoore übergehen. Man könnte die überwältigende Mehrzahl der Bestände als Cariceta acutiformis bezeichnen, da diese Segge in 19 von den 20 beobachteten Fällen dominierend auftritt. Wenn die folgende Artenliste auch eine verhältnismässig grosse Zahl von Gräsern aufweist, so treten diese doch im Vegetationsbilde sehr zurück, da sie gewöhnlich nur in geringer Zahl (Z2 - Z3) vorhanden sind.

Marchantia polymorpha V 1, Climacium dendroides V 2, Hylocomium squarrosum V 1, H. splendens V 1, Acrocladium cuspidatum (1), Thuidium delicatulum (1), Aulacomnium palustre (1), Mnium undulatum (1), Equisetum palustre V 4, E. Heleocharis V 1, Aspidium Thelypteris V 1, Triglochin palustris V 1, Scirpus compressus

V 1, Sc. silvaticus V 1, Eriophorum latifolium V 1, Carex acutiformis V 5, C. panniculata V 3, C. Goodenoughii V 2, C. rostrata V 2, C. flava V 1, C. panicea V 1, Cynosurus cristatus V 1, Phragmites communis V 1, Holcus lanatus V 2, Antoxanthum odoratum V 1, Agrostis vulgaris V 1, Poa pratensis V 1, Briza media V 1, Festuca elatior V 2, F. rubra V 1, Deschampsia caespitosa V 1, Molinia coerulea V 1, Juncus lamprocarpus V 2, J. glaucus V 1, J. effusus V 1, Luzula multiflora V 1, Orchis latifolius V 1, Epipactis palustris V 1, Salix nigricans V 1, S. cinerea V 1, Polygonum Bistorta V 1, Rumex Acetosa V 2, Lychnis Flos-cuculi V 3, Dianthus superbus V 1, Sagina procumbens V 1, S. nodosa V 1, Cerastium triviale V 2, Ranunculus acer V 4, R. repens V 1, Caltha palustris V 2, Thalictrum angustifolium V 1, Cardamine pratensis V 1, Parnassia palustris V 1, Ulmaria palustris Mnch. V 4, Alchemilla vulgaris V 1, Potentilla silvestris V 2, Lathyrus pratensis V 2, Medicago lupulina V 1, Vicia angustifolia V 1, V. sepium V 1, Lotus uliginosus V 3, Trifolium repens V 1, Tr. pratense V 1, Geranium pratense V 1, G. palustre V 2, Linum catharticum V 3, Polygala comosa V 1, Viola palustris V 1, V. epipsila V 1, Epilobium palustre V 1, E. hirsutum V 1, E. parviflorum V 1, Angelica silvestris V 4, Heracleum sibiricum V 2, Selinum carvifolia V 1, Pimpinella Saxifraga V 1, Berula angustifolia V 1, Lysimachia vulgaris V 1, L. nummularia V 2, Menyanthes trifoliata V 1, Myosotis palustris V 2, Mentha arvensis V 1, Brunella vulgaris V 3, Euphrasia stricta V 1, E. Rostkowiana V 1, Pedicularis palustris V 1, Rhinanthus major V 1, Veronica Chamaedrys V 1, V. Beccabunga V 1, Plantago media V 1, Pl. lanceolata V 1, Galium palustre V 1, G. uliginosum V 2, Valeriana dioica V 2, V. sambucifolia V 1, Campanula patula V 1, C. glomerata V 1, Cirsium palustre V 3, C. oleraceum V 4, Z 2 - 4, Eupatorium cannabinum V 1, Achillea millefolium V 1, Bellis perennis V 1, Crepis paludosa V 3 et fa. brachyotus Celak. V 1, Cr. succisifolia V 1, Leontodon hastilis V 3, Tussilago Farfara V 1.

5. Die Hochstaudenflur. - Diese Assoziation ist auf trockenem, aber auch auf recht feuchtem Boden vertreten. Im ersten Falle treten besonders die grossen Umbelliferen, im zweiten hohe Ampfer-Arten in den Vordergrund, ohne dass sonst wesentliche Unterschiede zu konstatieren wären. Fast immer tritt *Cirsium oleraceum* auf, bisweilen in grosser Menge, seltener dominierend. Eine durchweg oder auch nur in einem wesentlichen Teil der beobachteten Fälle dominierende Art gibt es nicht. 7 Einzel-Beobachtungen ergaben die folgende Artenliste:

Equisetum palustre V 3, Carex acutiformis V 3, C. rostrata V 1, C. hirta V 1, C. panniculata V 1, Phragmites communis V 2, Poa trivialis V 2, Phleum pratense V 1, Holcus lanatus V 1, Phalaris arundinacea V 1, Festuca gigantea V 2, F. elatior V 2, Glyceria aquatica V 1, Briza media V 1, Deschampsia caespitosa V 1, Juncus alpinus V 1, J. glaucus V 1, J. effusus V 2, J. lamprocarpus V 1, Urtica dioica V 3, Salix cinerea V 1, Alnus glutinosa V 1 (Anflug), Polygonum Bistorta V 3, Rumex crispus V 1, R. aquaticus V 2, R. obtusifolius V 2, Lychnis Flos-cuculi V 3, Dianthus superbus V 1, Melandryum rubrum V 1, Cerastium triviale V 2, Ranunculus acer V 4, R. repens V 1, Geum rivale V 2, Ulmaria palustris V 2, Vicia Cracca V 1, V. angustifolia V 1, Lathyrus pratensis V 1, Trifolium repens V 1, Geranium palustre V 1, G. pratense V 1, Hypericum tetrapterum V 1, Epilobium parviflorum V 1, Linum catharticum V 1, Lythrum Salicaria V 1, Anthriscus silvestris V 4, Angelica silvestris V 4, Heracleum sibiricum V 4, Aegopodium Podagraria V 2, Pimpinella magna V 1, Polemonium coeruleum V 1, Myosotis palustris V 1, Brunella vulgaris V 1, Mentha aquatica V 1, Scrophularia alata V 1, Galium palustre V 2, Scabiosa Columbaria V 1, Valeriana oficinalis V 2, V. sambucifolia V 1, Campanula patula V 2, Eupatorium Cannabinum V 1, Chrysanthemum Leucanthemum V 1, Cirsium palustre V 2, C. oleraceum V 5, Z 3 - 5, Centaurea Jacea V 1, Senecio paluster V 1, Crepis paludosa V 3, Leontodon hastilis V 2.

Für die Gräser gilt von dieser Assoziation dasselbe wie von der vorigen. Nur ein einziges mal wurde auf Quellmoor ein Bestand beobachtet, in dem die Gräser der Zahl nach in den Vordergrund traten. Dieser Be-

stand würde zu dem für den Preussischen Landrücken aufgestellten Graminetum mixtum gehören. Es wuchsen hier folgende Arten:

Triglochin palustris, Carex rostrata, C. lepidocarpa, C. Goodenoughii, Poa trivialis, Holcus lanatus, Molinia coerulea, Anthoxanthum odoratum, Briza media, Agrostis vulgaris, A. alba, Deschampsia caespitosa, Festuca rubra, F. elatior, J u n c u s a l p i n u s, J. lamprocarpus, Polygonum Bistorta, Lychnis Flos-cuculi, Sagina nodosa, Caltha palustris, Parnassia palustris, Geum rivale, Potentilla silvestris, Ranunculus acer, Trifolium pratense, Tr. repens, Medicago lupulina, Epilobium parviflorum, Linum catharticum, Heracleum sibiricum, Pimpinella Saxifraga, Myosotis palustris, Brunella vulgaris, Euphrasia Rostkowiana, Plantago lanceolata, Knautia arvensis, Campanula glomerata, Cirsium oleraceum, C. palustre, Leontodon hastilis.

Bewaldete Quellmoore kommen in typischer Ausbildung im Gebiet nicht vor. Nur einmal (am Lienfelder See) wurde e i n e b e g i n n e n d e Q u e l l m o o r b i l d u n g mit einem S c h w a r z e r l e n b e s t a n d beobachtet. Die Begleitflora setzte sich aus folgenden Arten zusammen:

Aspidium Thelypteris, Athyrium Filix-femina, Equisetum palustre, Carex acuta, C. hirta, C. remota, C. canescens, G l y c e r i a n e m o r a l i s, Festuca gigantea, Deschampsia caespitosa, Poa trivialis, Juncus glaucus, Rumex aquaticus, R. sanguineus, Urtica dioica, Melandryum rubrum, Cardamine amara, Chrysosplenium alternifolium, Ulmaria palustris, Geranium Robertianum, Epilobium parviflorum, E. palustre, E. roseum, Lysimachia vulgaris, Myosotis palustris, Stachys silvatica, S c r o p h u l a r i a a l a t a , V a l e r i a n a s a m b u c i f o l i a, Eupatorium Cannabinum, Cirsium palustre.

Was die rein floristische Stellung des Gebietes anbetrifft, so ist diese bereits von P. KAIKREUTH (1) dargelegt worden.

Literatur-Verweise.

(1) KALKREUTH im 39. Ber. Westpreuss. Bot.-zool. Ver. - (2) STEFFEN in Mez, Archiv I (1922) p. 261 ff. - (3) HESS v. WICHDORFF in Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst. 1912, p. 324. - (4) KEILHACK in Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst. 1889. - (5) HESS v. WICHDORFF, l.c. p. 333.

Beiträge zur Kenntnis der Leitbündelanatomie.

Von FRITZ JUERGEN MEYER (Braunschweig).

I. ÜBER DAS VORKOMMEN VON TRACHEENSTRANG-VERBINDUNGEN.

Die ersten exakten Untersuchungen über Verbindungen zwischen den Tracheensträngen eines und desselben Leitbündels wurden von GERRESHEIM (1) und RIPPEL (2) an einigen Dikotylenblättern angestellt. Beim weiteren Studium der betreffenden Verhältnisse an den vegetativen Organen von *Viola tricolor* var. *arvensis* fand ich, dass die von GERRESHEIM und RIPPEL zur Beschreibung ihrer Untersuchungs-Ergebnisse neu aufgestellte Nomenclatur einer Revision bedürfe. Die von mir (3) veröffentlichte neue Fassung der Nomenclatur genügt allen Ansprüchen, da sie alle denkbaren Möglichkeiten umfasst. Im übrigen ist inzwischen das Vorkommen aller Fälle, die in meiner Nomenclatur Berücksichtigung finden, nachgewiesen.

A. Die Nomenclatur.

Zum bequemeren Verständnis der folgenden Mitteilungen gebe ich die Definitionen derjenigen Begriffe, welche hier benützt werden, noch einmal kurz wieder:

Innerhalb des Tracheenteils eines Leitbündels sind die Tracheen zu einem oder

oder meist zu mehreren Tracheensträngen vereinigt; im letzteren Falle können diese Tracheenstränge miteinander in seitlichem Zusammenhang stehen, und zwar können wir (abgesehen von streckenweiser direkter Berührung zweier Stränge) nach der Art der Anlagerung der Verbindungsglieder drei Fälle unterscheiden:

1. Strangbrücke: eine oder mehrere Tracheen legen sich derart zwischen zwei Tracheenstränge, dass sie in ihrem ganzen Verlauf auf der einen Seite den einen, auf der andern Seite den andern Tracheenstrang berühren. Je nachdem die Brücken zwei Tracheenstränge auf der ganzen Länge des Leitbündels ohne Unterbrechung verbinden oder nur auf einer kurzen Strecke, nennen wir sie d u r c h g e h e n d e oder u n t e r b r o c h e n e Brücken.

2. Stransteg: eine kurze Trachee legt sich mit ihren Enden an zwei verschiedene Tracheenstränge an, ohne jedoch einem von diesen auf einer längeren Strecke anzugehören.

3. Strangverbindung schlechthin oder Strangverbindung im engeren Sinne: eine Trachee, welche dem einen Strang auf längere Strecke angehört hat, biegt im weiteren Verlauf zu einem andern Tracheenstrang über und endet erst, nachdem sie auch diesem Strang auf einer grösseren Strecke gefolgt ist.

Selbstverständlich gibt es zwischen diesen Typen Übergänge, z.B. wird die Unterscheidung zwischen Strangverbindung und Steg nicht unbedingt möglich sein, wenn das verbindende Element etwa auf der einen Seite dem Tracheenstrang nur auf sehr kurzer Strecke sich anschmiegt.

B. Das Vorkommen von Strangverbindungen in der Reihe der leptosporangiaten Filicales.

Untersucht wurden vermittels von Querschnittserien (von 1 μ Dicke) die Blattspindel von *Lygodium japonicum*, die Ausläufer von *Nephrodium Whitmani*, die Rhizome und Blätter von *Polypodium vulgare* und die Axen von *Salvinia auriculata*.

1. *LYGODIUM JAPONICUM.* - Die Blattspindel von *Lygodium japonicum* besitzt ein konzentrisches Leitbündel. Der Tracheenteil dieses Leitbündels enthält drei periphere Gruppen von Erstlingstracheen, die je zu einem oder mehreren Tracheensträngen vereinigt sind, und zwischen diesen liegt eine grössere Anzahl (etwa 20) weite Tracheen. Diese letzten, die wegen ihrer Grösse für die Wasserleitung vor allem inbetracht kommen, bilden mehrere, mit den Erstlingstracheen zum Teil seitlich in Berührung stehende Tracheenstränge von unregelmässiger Anordnung (Tracheenzüge). Die Erstlingstracheen durchlaufen das Leitbündel fast ohne jede Änderung ihrer gegenseitigen Lage; Strangverbindungen wurden zwischen ihnen nicht beobachtet, abgesehen von der nur äusserst selten vorkommenden streckenweisen seitlichen Berührung. Dagegen bestehen zwischen den Strängen der jüngeren Tracheen Verbindungen verschiedener Art. Auch bei ihnen kommt vorübergehende seitliche Berührung verschiedener Stränge oder infolge von Zwischenlagerung schmaler Parenchymzellen vorübergehende Trennung der Tracheen eines Stranges vor. Ausserdem wurden aber häufig Strangstege (6 auf 1 mm) gefunden. Strangverbindungen im engeren Sinne fehlen. - Die als Strangstege oder -Brücken fungierenden Elemente sind infolge des stets nur sehr schmalen von Parenchymzellen ausgefüllten Zwischenraumes enge Tracheen. Ihre Querschnittsfläche beträgt nur 1/10 oder weniger von der Querschnittsfläche der verbundenen Tracheen. Die physiologische Leistung dieser Verbindungen als seitlicher Kommunikationswege kann also nicht bedeutend sein.

2. *NEPHRODIUM WHITMANI.* - In den Leitbündeln des *Nephrodium*-Ausläufers liegen die Verhältnisse wesentlich einfacher. Der Tracheenteil des nur kleinen Leitbündels besteht wiederum aus 3 Gruppen enger Erstlingstracheen und nur wenigen (etwa 10) weiten später gebildeten Tracheen; die Erstlingstracheen stehen zum Teil mit den anderen in ununterbrochener seitlicher Verbindung, sodass wir hier von durchgehenden Strangbrücken sprechen können. Im übrigen finden sich zwischen den Tracheen nur die beiden für *Lygodium* zuerst angegebenen Erscheinungen: vorübergehende Berührung zweier Tracheenstränge und streckenweise Trennung der Tracheen des gleichen Stranges infolge Zwischenlagerung von Parenchymzellen.

3. *POLYPODIUM VULGARE* - Die Leitbündel von *Polypodium vulgare* enthalten im allgemeinen im definitiven Zustand nur einen einzigen grossen Tracheenstrang. Die

zunächst in mehreren isolierten Gruppen liegenden Erstligstracheen werden durch die später gebildeten weiten Tracheen zu einem Strang vereinigt; die jungen Tracheen bilden also eine durchgehende Strangbrücke zwischen den Erstlingstracheen.

4. *SALVINIA AURICULATA.* - Die Axen von *Salvinia auriculata* besitzen nur ein äusserst zartes Leitbündel mit vier isoliert verlaufenden Tracheen. In den Internodien sind diese Tracheen nicht durch Verbindungen irgendwelcher Art in Zusammenhang gebracht. Nur in den Knoten wächst die Zahl der Tracheen so stark an, dass die Tracheen im Querschnittsbild einen vollständigen Ring darstellen: Zwischen den 4 Einzeltracheen sind unterbrochene Strangbrücken eingeschaltet. Bezüglich der Primitivität des Leitbündelbaues können wir die *Salvinia* vergleichen mit ähnlich zarten Wasserpflanzen wie *Callitriche platycarpa* und der Wasserform von *Myriophyllum proserpinacoides* (4).

C. Überblick über das Vorkommen der verschiedenen Typen der Strangverbindungen.

Zum Schlusse möchte ich noch eine kurze Übersicht geben, die meine obige Behauptung von dem tatsächlichen Vorkommen aller denkbaren Möglichkeiten von Strangverbindungen rechtfertigt:

1. Streckenweise seitliche Berührung zweier Tracheenstränge: *Equisetum arvense* (steriles Blatt der fertilen Axe, 5); *Lygodium japonicum* (Blattspindel), *Nephrodium Whitmani* (Ausläufer).

2. Strangbrücken; a. durchgehende: *Polemonium coeruleum* (Blattspindel, 1); *Polypodium vulgare* (Rhizom); *Nephrodium Whitmani* (Ausläufer). - b. Unterbrochene: *Polemonium coeruleum* (Blattspindel, 1); *Viola tricolor* (Blattmittelnerv, 6); *Lysimachia nummularia* (Axe , 4); *Myriophyllum proserpinacoides* (Axe der Landform); *Jussieua grandiflora* (Axe); *Hippuris vulgaris* (Axe); *Myriophyllum verticillatum* (Axe, 4); *Equisetum arvense* (Wurzel, 5); *Lygodium japonicum* (Blattspindel); *Salvinia auriculata* (Knoten der Axe).

3. Strangverbindungen im engeren Sinne: *Ficus elastica* (Holz des Stammes, 6); *Alchemilla vulgaris* (Nerv in der Blattspreitenbasis, 2); *Pimpinella peregrina* (Blattspindel, 1); *Viola tricolor* (mehr oder weniger in allen vegetativen Organen, 2); *Lysimachia nummularia* (Axe); *Hippuris vulgaris* (Axe); *Myriophyllum proserpinacoides* (Axe der Landform); *Jussieua grandiflora* (Axe); *Myriophyllum verticillatum* (Axe, 4).

4. Strangstege: *Pimpinella peregrina* (Blattspindel, 1); *Alchemilla vulgaris* (Blatt, 2); *Viola tricolor* (Axe und Blattstiel, 7); *Lygodium japonicum* (Blattspindel).

Literatur-Verweise.

(1) GERRESHEIM, Über den anat. Bau u. die damit zusammenhängende Wirkungsweise der Wasserbahnen in Fiederblättern der Dikotyledonen. Bibl. bot. Heft 81, 1912. - (2) RIPPEL, Anat. u. physiol. Unter. über die Wasserbahnen der Dikotylenblätter, Bibl. bot. Heft 82, 1913. - (3) MEYER, Fr. J., Die Stelärtheorie und die neuere Nomenclatur. Beih. Bot. Centralbl. 1916. - (4) MEYER, Fr. J., Über die Leitbündel einiger untergetauchter Wasserpflanzen in Ber. D. bot. Gesellsch. 1917. - (5) MEYER, Fr. J., Das Leitungssystem von Equisetum arvense in Pringsh. Jahrb. 1921. - (6) STRASBURGER, Über den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen (1891) p. 204. - (7) MEYER, Fr. J., Bau und Ontogenie des Wasserleitungssystems der veg. Organe von Viola tricolor var. arvensis. Diss. Marburg 1915.

Aus der Monographie des Orchis Traunsteineri Saut.

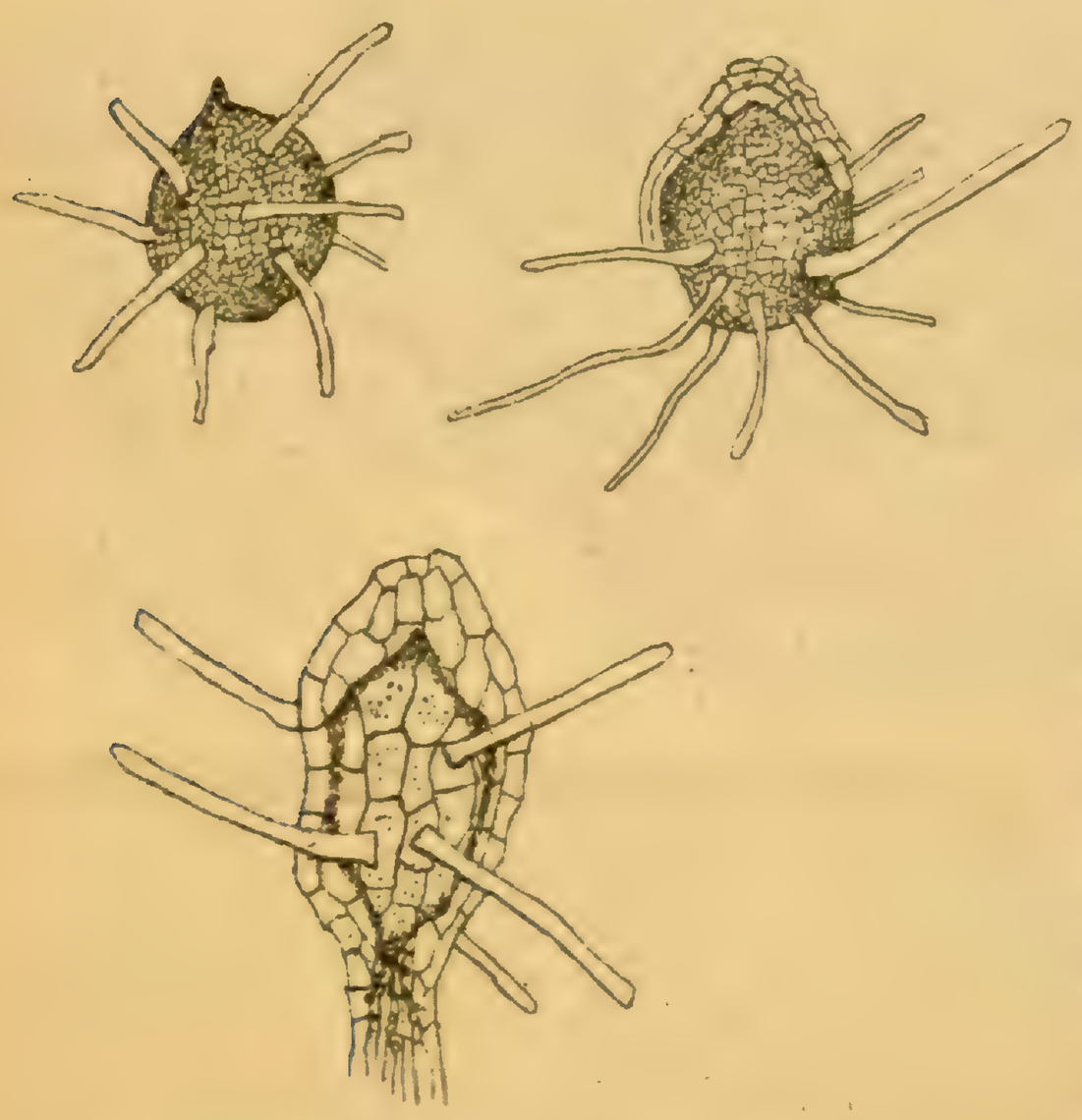
Von A. FUCHS und H. ZIEGENSPECK (Augsburg).

Die ganze Arbeit kann durch die Ungunst der Zeiten nicht veröffentlicht werden. Es sollen daher zunächst die nachfolgenden Kapitel in die Welt gehen.

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE VON DAKTYLORCHIS.

Die Entwickelungsgeschichte unserer Daktylorchis-Arten ist bei den bisherigen Untersuchungen etwas stiefmütterlich behandelt worden, obwohl sich manche Besonderheiten zeigen. Es ist seit den Versuchen BERNARD's und BURGEFFs eine erwiesene Tatsache, dass die tropischen Orchideen nur dann zu einer normalen Entwickelung kommen, wenn die für sie nötigen Keimungspilze die Samen infizieren. BURGEFF hat ausgedehnte Versuche auch mit einheimischen Orchideen angestellt. Ein Erfolg blieb ihm aber versagt. Auch wir benützten zunächst dieselbe Methode. Es wurden eine Reihe von Pilzen der verschiedensten Orchideen isoliert (siehe Tabelle). Als Nährboden benützten wir den Salep-Agar oder besser einen Moorboden-Agar-Agar. Moorboden eines reichen Daktylorchis-Standorts wurde mit 3 Teilen Wasser vermischt durch ein grobes Pulversieb getrieben. Dann wurde etwas Salep und 1% Agar-Agar zugegeben. Nach dem Sterilisieren im Autoklaven wurden in gewohnter Weise Schrägagar-Röhrchen gefüllt und die Böden mit den Pilzen beimpft. Nach 14-tägigem Wachsen im Brutschrank bei 28 Grad wurden die Samen unter möglichster Sterilität aufgegeben. Um den Verschluss gegen Schimmelpilze zu schützen, gaben wir Sublimat-Watte darüber und banden mit Salicylsäure-Papier zu.

Die Samen waren jeweils nicht ganz frisch, da seit dem Sammeln jeweils mehr oder minder etliche Wochen vergangen waren. Die Kulturen wurden den Winter über in einem ungeheizten Zimmer aufbewahrt, sodass, wie in der Natur, Frost einwirken konnte. Nach Jahresumlauf zeigten sich in elf Kulturen Procormi entwickelt, siehe Tabelle und nebenstehende Zeichnungen.



Auf sterilem Nährboden gezogene Procormi.

Die Procormi sind von einheitlichem Bau, nur diejenigen von *Herminium Monorchis* trugen kürzere, stumpfe Wurzelhaare.

Durch diese Vergleiche ermutigt wurden mit den jetzt erprobten besten Orchideen und den besten Keimungspilzen Kulturen angesetzt. Die Kulturgefässe besassen grössere Ausmasse, Meplatflaschen. Das Ammonium wurde in einer eigenartigen Form den Kulturböden zugegeben als Magnesium-Ammonium-Phosphat; etwas Kaliumphosphat, Gips und Salep, sowie Standortsbodenaufschwemmung und 1% Agar-Agar vervollständigten den Nährboden. Wir giengen von dem Gedanken aus, dass die Ammoniakmenge zwar klein sein müsse, aber doch in den Kulturen BURGEFF's nicht genügend waren, um ein Gross-Wachstum zu ermöglichen. Das schwer lösliche Ammonium-Magnesium-Phosphat gibt langsam Ammoniak ab, aber die Menge des nicht verarbeiteten Ammoniums erreicht keine schädlichen Konzentrationen. Durch Zusatz von Erde erzielt man vielleicht

ähnliches mit den Kohlenstoff-Verbindungen. Von dieser Zeit an wurden anstelle des Kondenswassers 1 promille Stärkelösungen in die Flaschen zugegeben.

Daneben wurden auch Keimlinge auf mehr natürliche Art erzielt. Wir nahmen aus den Standorten Boden und setzten diesen in kleine Töpfchen. Um den in der Natur ersehenen Horizont zu markieren, legten wir Glasteilchen ein. Die Samen wickelten wir in Wurzeln der zugehörigen Art ein und bedeckten den Horizont in der von der Natur gewiesenen Höhe mit den Moosen der Standorte als der natürlichen Decke. Die Töpfchen wurden in Wasserbecken gestellt und sich selbst überlassen. Frost wirkte a b s i c h t l i c h auf alle Kulturen ein, nur wurde durch Einhüllen in Torfmoos völliges starkes Einfrieren vermieden, wie es den natürlichen Verhältnissen entspricht. Eine Untersuchung der Töpfchen von Monat zu Monat ergab auch hier im Dezember die ersten Keimungsstadien. Zu dauernden Kulturen aber eigneten sich diese Töpfchen nicht, weil die Böden durch das Kalkwasser (Regenwasser war nicht immer zur Verfügung) neutralisiert werden, wodurch die Fäulnis anders verläuft als in der Natur. Immerhin aber dürften wir die ersten Keimungsstadien unserer Orchideen künstlich hervorgerufen haben.

Von den unendlich vielen Samen, welche unsere Orchideen hervorbringen, keimt nur der geringste Teil, und von den Keimlingen bringt es nur eine kleine Zahl zur vollständigen Entwickelung, weil eben nur verhältnismässig wenige die nötigen verwickelten Verhältnisse im Boden vorfinden. Derartig gestimmte Pflanzen können eben nur durch sehr viele Samen erhalten bleiben.

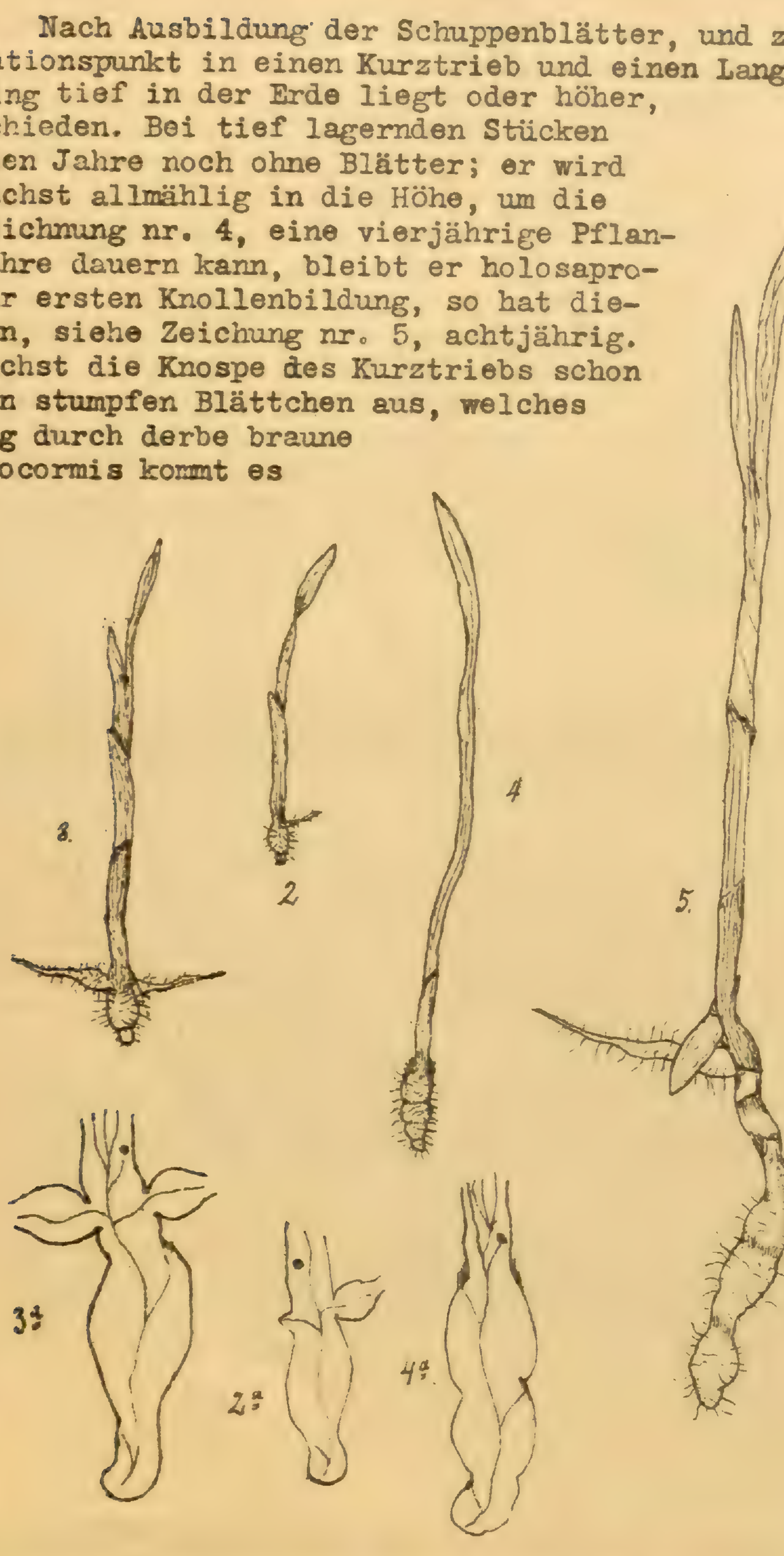
Der mit einem Flugmantel versehene kleine Same benetzt sich schwer; das ist eine von BURGEFF dermassen eingehend behandelte Frage, dass auf ein näheres Eingehen verzichtet werden darf. Der Wechsel von Trockenheit und Feuchtigkeit schlägt den Samen auf und im Erdboden herum. Der Flugmantel ist auf einer Seite offen. Von dieser her dringt nach längerer Zeit Feuchtigkeit ein. Die Pilzhyphen der Keimungspilze benützen diese Eintrittspforte (siehe die Zeichnung Seite 238). Eine mehr oder minder abgesetzte Zellreihe, der Suspensor, ist der Ort des Eindringens in den Keimling, der durch die Feuchtigkeit etwas angeschwollen ist.

Sobald die Pilze eingedrungen sind, beginnen im Innern Umwandlungen. Das Oel des Embryos wird in Stärke verwandelt. Die Pilze dringen nun im Gewebe weiter vor, werden aber bald verändert. Es bilden sich die später zu beschreibenden Eiweisshyphen, Verdauungsballen unter Veränderung der Zellkerne. Allmählig beginnt der Keimling zu wachsen, wobei besonders das vordere Ende durch Zellvermehrung anschwillt. Die Oberhautzellen beginnen nun innerhalb des gedehnten Flugmantels zu Wurzelhaaren heranzuwachsen, die sich durch besondere Derbheit und Dicke auszeichnen. Von innen werden sie von den vordringenden Pilzen durchwachsen, sie durchdringen den Mantel. Da, wo die Pilze eine Zeitlang gehaust haben, verschwindet die Stärke. Der vordere Teil des Keimlings bleibt pilzfrei und stärkehaltig. Allmählig ist der Keimling zu einem kreiselartigen Gebild angeschwollen, die Samenschale wird abgestreift, haftet aber infolge der Durchwachsung der Haare auch noch alten Gebilden häufig an.

Nach in der freien Natur dann gesammeltem Material (siehe Zeichung 1) beginnt sich bald am Ende etwas über dem Suspensor eine schmälere, gestrecktere Zellreihe auszugliedern, die pilzfrei bleibt. In ihr sieht man eine CASPARY-Scheide auftreten. Es entwickeln sich ein bis zwei Gefässe mit stark eiweisshaltigen Geleitzellen. Das Bündel besitzt einen konzentrischen Bau. Die Epidermis ist in viele lange Wurzelhaare ausgewachsen. Die bis an die CASPARY-Scheide eingedrungenen und verdauten Pilze dringen nie bis zur Spitze vor, an welcher eine mit viel Stärke versehene Rindenzone ausgespart ist. Allmählig bildet sich vorne ein Vegetationspunkt aus. Es erscheinen die ersten ganz kleinen Schuppenblätter. Bei Verletzung des Endes kann weiter unten noch ein zweiter Trieb entwickelt werden. Ob das auch ohnedem vorkommt, ob eine vegetative Vermehrung also bereits am Procormus einsetzen kann, ist noch nicht mit Sicherheit mangels des einschlägigen Materials zu entscheiden.

1. *In der Natur gesammelte Procormi.*

Nach Ausbildung der Schuppenblätter, und zwar kurz danach, hat sich der Vegetationspunkt in einen Kurztrieb und einen Langtrieb geteilt. Je nachdem der Keimling tief in der Erde liegt oder höher, ist die Entwickelung etwas verschieden. Bei tief lagernden Stücken bleibt der Procormus im nächsten Jahre noch ohne Blätter; er wird nur bedeutend stärker und wächst allmählig in die Höhe, um die ersten Blätter zu treiben, cf. Zeichnung nr. 4, eine vierjährige Pflan- ze. Bis dahin, was mehrere Jahre dauern kann, bleibt er holosaprozur ersten Knollenbildung, so hat die- phytisch. Kommt es dann aber len, siehe Zeichnung nr. 5, achtjährig. se bereits zwei bis drei Ste- Bei hochliegenden Pflanzen wächst die Knospe des Kurztriebs schon im zweiten Jahre zu einem klei- nen stumpfen Blättchen aus, welches assimiliert. In besonders kräftig durch derbe braune Pilze ernährten hochliegenden Procormis kommt es schon zur Abgliederung von Wurzeln, siehe Zeichnung nr. 2 und 3, zwei zweijährigen Pflanzen, zwei am Anfang, drei am Ende der Wachstumsperiode dem Standort entnommen. Die Wurzeln wurden exogen nach Art der Adventivwurzeln so angelegt, dass eine noch schmale Zone im Embryonalstadium verblieb. Knospenartig wuchsen die 1 oder 2 Wurzelanlagen vor, verbreiteten sich aussen, ähnlich wie die Wurzeln und Sprosse des *Goodyera*-Rhizoms und wurden dann zu Würzelchen. Von dem Rindengewebe drangen die Pilze in demselben Masse, als die Spitze wuchs, vor und entsandten Pilzhyphen hinaus durch die Wurzelhaare. Eine deutliche Intercutis besassen diese Wurzeln e b e n s o w e n i g wie der ganze Procormus, dagegen war die Epidermis ebenso wie die des Procormus metacutisiert und führte vereinzelte kleine Raphidenzellen. In die Wurzeln zweigte ein kleines Gefässbündelchen ab. Das zentrale Bündel hatte sich kurz nach Ausbildung des Kurztriebs verzweigt. In die Laubblätter drang ebenfalls ein mit einer CASPARY-Scheide versehenes Bündelchen ein. Mit der Ausbildung dieses Vorgangs hatte sich der Kurztrieb erschöpft. Der Langtrieb wächst in demselben Jahre zu einem neuen Gliede aus, das im Baue völlig dem ersten Gliede entspricht. Am Ende des Jahres stirbt der Kurztrieb ab, das Rhizom bleibt aber noch erhalten, nur das hintere Ende bräunt sich. An der Spitze hat sich wieder ein neuer Kurztrieb in analoger Weise wie im ersten Stadium abgegliedert. Im nächsten Jahre bildet sich wieder ein je nach der Ernährung grösseres Blatt aus und Würzelchen treiben vor. Die weitere Entwickelung verläuft vollständig analog. Treibt nun der Langtrieb im vierten Jahre aus, so wird er meist etwas anders; er besitzt eine Epider-



2. Entwickelung der Pflanze aus dem Procormus.

mis mit Cuticula. Aber die Wurzeln sind nicht typisch endogen angelegt, so entsteht eine Bildung, die eine Übergangsstufe darstellen dürfte. Die Pilze sind in das R h i z o m s t ü c k nicht mehr eingedrungen, die Verpilzung erfolgt wie in der erwachsenen Pflanze. Das ganze Gebilde wächst innerhalb der etwas grösseren Schuppenblätter und gliedert sich an seiner Spitze ebenfalls wieder ein einen Kurztrieb und 1 bis 2 Langtriebe aus. Noch in diesem Jahre entsteht dan unmittelbar unter dem endständigen Langtrieb durch deutlich endogene Bildung eine etwas dickere Wurzel mit einem Plerome. Diese zerteilt das Gewebe und gelangt durch interkalares Wachstum etwas in's Freie. Sie besitzt bald eine deutliche Intercutis.

Eine Verpilzung dieser ersten Knolle findet nicht sofort statt. Erst die Spitze erhält von aussen durch Infektion die Pilze. Bei besonders tief gelegenen Procormis streckt sich das letzte Glied besonders und hebt die Knolle in die Höhe, siehe Zeichnung nr. 5, eine 8-jährige Pflanze; die junge Knolle hatte bereits 3 Stelen. Es wird also die durch die tiefe Lage verursachte Entwickelungs-Verzögerung durch Anlage einer sofort 3-steligen ersten Knolle wieder hereingebracht. Das ganze Gebilde enthält viel Stärke und Schleimraphiden-Zellen und ist ebenso wie die spätere Knolle gebaut. Die Spitze biegt, soferne der Procormus in tiefer Lage gelegen hat, nach oben aus. Die Entfernung der Knolle vom Procormus, also die Länge des Rhizoms mit CASPARY-Scheide ist nun verschieden nach der Lage in der Erde. Entweder ist sie sehr gross bei tief wurzelnden Pflanzen, das ist ein Mittel, um in die Höhe zu steigen; oder aber sie ist sehr kurz, dann bleibt die Pflanze in gleicher Höhe, oder sie kann sich mittels der später zu beschreibenden Einrichtung der kontraktilen Wurzeln in die Tiefe senken. Der andere Langtrieb bleibt als schlafendes Auge unverändert, wenn nicht eine Störung eintritt. Im Herbst wird der Procormus abgegliedert. Die Pflanze stellt dann ein kleines Knöllchen von zylindrischer Form dar, in deren Spitze die Vegetationspunkte des nächstjährigen Kurz- und Langtriebes in Scheidenblättern eingehüllt ruhen.

Das Austreiben im nächsten, also fünften Jahre, erfolgt ganz analog dem der voll entwickelten Pflanze. Die 1 - 2 Nebenwurzeln biegen nach oben aus, die Blätter sind etwas grösser und enthalten 2 - 3 Bündel, in der Knospenlage gefaltet, also beim Austreiben etwas verbreitert. Das Rhizomstück kann sich ebenfalls verlängern, wenn die Pflanze tief liegt. Es enthält mehrere Gefässbündel. Die Knolle besitzt ebenfalls nur eine Stele.

Erst im sechsten Jahre erfolgt die Anlage der Knolle anders. Man sieht deutlich aus dem Langtrieb z w e i P l e r o m e sich entwickeln. Diese sind von einem gemeinsamen Periblem, Dermatogen und Kalyptrogen eingehüllt. Die Knolle enthält nun 2 Gefässbündel, die jedes für sich von einer CASPARY-Scheide umhüllt sind. An die Gesamtendodermis des Rhizomstückes schliessen diese an. Das Rhizomstück enthält bereits mehrere Bündel. Gegen die Spitze zu verschmelzen später die Plerome, sodass die wurzelartige Verlängerung der Knollenspitze nur mehr ein Bündel enthält.

Man ist somit berechtigt, die Knolle als durch fast völlige Verwachsung zweier Wurzelanlagen entstanden anzusehen, deren Peribleme, Dermatogene und Kalyptrogene völlig verschmolzen sind, während die Plerome zunächst noch getrennt verlaufen und sich später vereinigen. In dem Masse, als die junge Knolle erstarkt, schwindet die alte. Das Bild ist nun dasselbe wie bei der erwachsenen Pflanze. Die Knolle der 7-jährigen Pflanze ist zweistelig. Von Jahr zu Jahr nimmt nun die Stelenzahl und die Dicke der Knollen zu, die Blätter werden zahlreicher und die schlafenden Augen vermehrt. Durch Verlängerung der Rhizome und die kontraktilen Wurzeln je nachdem Bedürfnis zum Heben oder Senken vorhanden war, hat die Pflanze den ihr zusagenden Horizont erreicht. Nur im raschwüchsigen Torfmoose, der Kampfzone, geht das Ansteigen durch Rhizombildungen noch weiter.

Beim Vorhandensein von 8 bis 9 Stelen erfolgt eine Teilung der Knolle in Form der Zinkenbildung. Die Annäherung der einzelnen Plerome findet nicht mehr völlig statt, sondern je eine Gruppe von 4 - 5 Pleromen trennt sich von einander, das sie einhüllende Periblem, Dermatogen und Kalyptrogen teilt sich und es entstehen 2 Vegetationspunkte. Die Knolle wächst in zwei Zinken aus. In diesem Stadium sind dann

bereits 3 Laubblätter bei Daktylorchis vorhanden. Sobald die Pflanze 12 Stelen in der Knolle führt, also mindestens 16 Jahre alt ist, blüht sie zum ersten mal. Da diese Pflanzen in Form der vegetativen Teile und der Blüten Besonderheiten aufweisen, so sollen sie im systematischen Teile als "Jugendformen" bezeichnet werden. Mit zunehmendem Alter steigt die Stelenzahl weiter, die Knollen beginnen sich allmählig in 3 oder mehr Zinken zu teilen. Bei gewissen Formen, namentlich des *Orchis Traunsteineri Saut.* unterbleibt jedoch diese Teilung trotz Erhöhung der Stelenzahl. Man ist versucht, hier Formen zu sehen, die durch irgend einen Grund, Standortseinflüsse und Bastardierung, auf dem Jugendstadium stehen geblieben sind. Die Altersbestimmung aus der Stelenzahl ist natürlich nicht absolut, es werden sicher Abweichungen vorkommen. Wenn das Maximum erreicht ist, nimmt die Stelenzahl sichtlich wieder ab. Das Maximum selbst sicher festzulegen ist nicht möglich; die grösste gefundene Stelenzahl betrug in der alten Knolle 42, in der dazu gehörigen neuen 36. Eine Abnahme der Stelenzahl wurde nur bei sehr grossen, sichtlich alten Pflanzen beobachtet. Die Abnahme scheint rascher zu gehen als die Zunahme.

VEGETATIVE VERMEHRUNG DURCH BRUTKNOLLENBILDUNG.

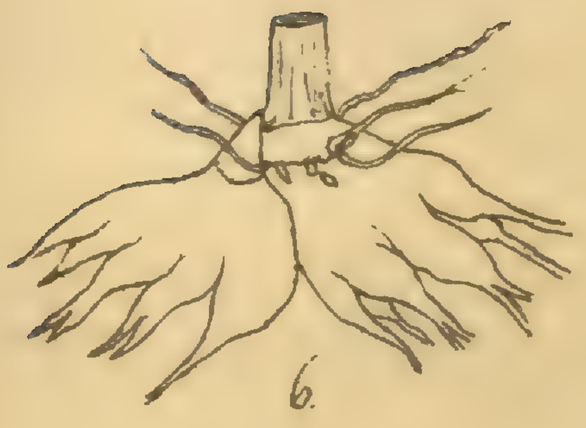
Hierüber haben wir bereits in den Mitteilungen der Bayr. Botanischen Gesellschaft IV, nr. 2, Seite 11 und 12 kurz berichtet. Weitere Untersuchungen haben ein vollständiges Bild ergeben.

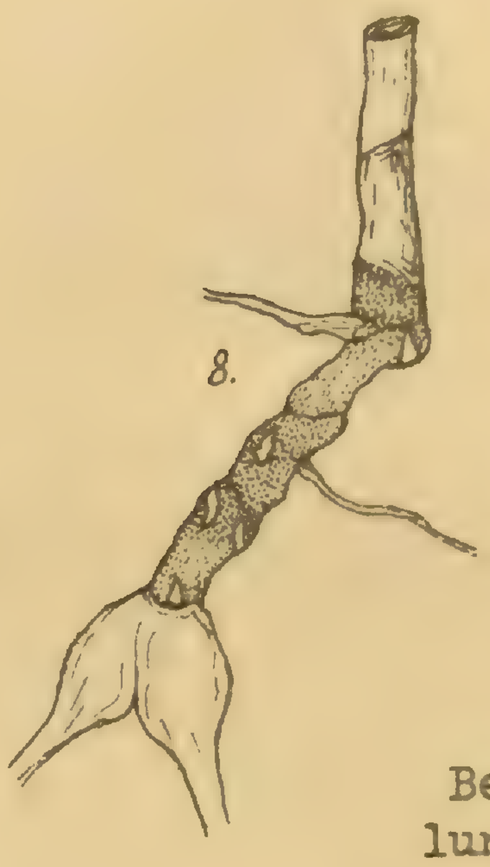
Während die schlafenden Augen, also die Langtriebzweige des Rhizoms, in der Mehrzahl der Fälle wohl nur dann sich zu neuen Knollen entwickeln, wenn die Hauptknolle verletzt wird, bilden sich in anscheinend doch nicht allzu seltenen Fällen in der freien Natur ein bis mehrere solcher Augen in völlig gleicher Weise zu neuen Knollen aus. Die Pflanzen waren hier nicht im geringsten verletzt, wohl aber stets sehr üppig. Die Knollen sind dann, wenn nur 2 entwickelt werden, beide gross und völlig ausgebildet gewesen. Häufig ist die Endknolle grösser als die darunterliegende kleinere, besitzt aber einen lebensfähigen Spross. Sie treiben dann auch kleinere Pflanzen, welche die Eltern begleiten. Es konnten alle erdenklichen Stadien dieser Knollen gefunden werden, siehe Zeichnung nr. 6 und 7. - Von Procormis sind die kleinsten äusserlich nicht zu unterscheiden, hier muss immer die anatomische Untersuchung Aufschluss geben, welche nach obigen Ausführungen die Procormus-Eigenschaft erkennen lässt, da die Brutknollen stets wie die alten Knollen gebaut sind.

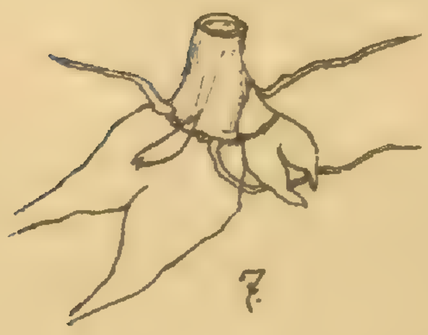
Die durch Verletzung der Hauptknolle entstandenen Brutknollen (siehe STOJANOFF in Flora, n.F. IX, p. 1 ff ; STOJANOFF hat die Entwickelung durch Verletzungen erzielt) sind als solche durch die Verkümmerung des Muttertriebes kenntlich, siehe in der Natur gefundenes Stück, Zeichnung nr. 8; die sich bildende neue Knolle war zerstört worden. Bei den in der freien Natur ohne Verletzung gefundenen Pflanzen war der Muttertrieb durchaus normal, im Gegenteil sehr gross und üppig. Das Nicht-Austreiben der schlafenden Augen beruht wohl auf Hemmungs-Erscheinungen. Die Hauptknolle zieht die ganzen Nährstoffe an sich; bei Verletzung und bei besonders üppigem Wuchse fällt die Hemmung weg, sodass auch die schlafenden Augen die nötigen Baustoffe erlangen können. Die Brutknollenbildung steht damit auf gleicher Stufe wie die Verzweigung des Rhizoms von *Epipactis* und ähnlichen Arten, bei denen ja manchmal auch ein Stock mehrere blühende Triebe zeigt. Auch die Entstehung von neuen Trieben aus den "Wurzeln" von *Neottia* wird uns damit verständlich. Diese sind ja eigentlich keine echten Wurzeln, sondern Äste des Rhizoms. Das Ende zieht die Nahrung normalerweise an sich, sodass diese meist nur wurzelartig ausgebildet werden. In ähnlicher Weise findet auch hier das Austreiben zu neuen Rhizomen bei besonders üppigen Pflanzen statt.

Das Vorkommen einer vegetativen Vermehrung auch bei den knollentragenden Orchideen erscheint demnach als sicher festgestellt. Auf diese Weise im Verein mit der Samenkeimung entstehen dann die eng gedrängten Rudel einerseits, und starke Ansammlungen von Pflanzen auf kleiner Fläche andererseits. So standen einmal auf einer Fläche von nur ca. 1000 qcm 104 Pflanzen. 13 Stück verschiedenen Alters blühten, bestehend aus 2 - 4-zinkigen nach der Stelenzahl im Alter von 12 - 17

Jahren, bei dreien, den grössten, war bereits eine Abnahme der Stelen festzuste len, sodass eine Altersbestimmung nicht möglich war und auch die bereits gegebene zu modifizieren sein wird mit Rücksicht auf die später zu besprechenden speziellen Verhältnisse bei *Orchis Traunsteineri*. Nichtblühende waren es 21, davon 6 neun- bis elfjährig mit 3 - 4 Blättern; eine achtjährige und 14 sechs- bis achtjährige. Auf dem Übergangsstadium vom Procormus zur ersten Knolle standen 37 Stück, 5 - 8-jährig je nach der Lage im Boden, 16 Procormi mit Blattentwickelung, 2 - 5-jährig je nach Lage, 8 Procormi ohne Blätter, 1 - 4-jährig je nach Lage und 9 ganz junge Stadien im ersten Jahre. Die durch Brutknollen entstandenen Pflanzen unterscheiden sich dann von den aus Samen herstammenden stets dadurch, dass die Blüten, namentlich die Lippen, vollständig konform sind, während die andern bekanntermassen derartig stark variieren, dass keine der andern vollständig gleich kommt. Diese schon lange gemachte Wahrnehmung wird durch obige Ausführungen jetzt wohl erklärt werden können.


6.


8.


7.

9.

STEIGEN UND EINSINKEN DER JUNGEN KNOLLEN (UND ALTEN PFLANZEN?).

Bereits bei der Beschreibung der Entwickelungsgeschichte wurden Rhizom und Kontraktilität in diesem Sinne kurz erwähnt. Das <u>Aufsteigen</u> erfolgt schon beim Übergang des Procormus in die Gliederung der Knollenpflanze dadurch, dass der Langtrieb längere Zeit wächst, bevor er sich in Lang- und Kurztrieb entwickelt, siehe Zeichnung nr. 5. Das entstandene Stück gleicht in Bau und Erscheinung derart dem der Rhizome anderer Orchideen (Gesamt-CASPARY-Scheide, Wurzelbildungen, Epidermis), dass man es kurz "das" Rhizomstück nennen kann. An ihm befinden sich besonders an älteren Pflanzen der Torfmoos-Kampfzone auch schlafende Knospen. Bei Pflanzen zu hoher oder richtiger Lage ist es nie gestaucht, bei steigenden Pflanzen dagegen ist es stark verlängert. Die Knolle erhält somit eine höhere Lagerung, sie biegt mit ihrer Spitze oder Zinke bald nach oben, um aus der extrem schlechten ersten Zone herauszukommen. Schneidet man eine solche oder auch eine in normaler Lage befindliche Knolle, so sind die Zellen ziemlich gleichartig gebaut, erst an der Wurzel finden sich langgestreckte Zellen. Durch Überdecken der Pflanzen mit Erde konnte das Steigen künstlich hervorgerufen werden, was schon RAUNKIAER (de danske Blomsterplanters naturhistorie p. 342) erzielt hatte. Das künstlich erhaltene Rhizomstück hatte eine Länge von 4,5 cm; siehe auch Zeichnungen nr. 5 und 8!

Wesentlich anders ist das Aussehen von <u>einsinkenden Knollen</u>, die schon äusserlich durch die durch ringförmige Furchen hervorgerufene Runzelung zu erkennen sind, siehe Zeichnung nr. 9! Solche kontraktile Wurzeln und Rhizome sind besonders von RIMBACH u.A. schon ausführlich beschrieben worden. Aber der anatomische Bau weist hier auf ganz eigenartige Vorgänge bei der Zusammenziehung hin, dass dieselben als ein neuer Typ kontraktiler Knollen beschrieben werden sollen.

Am besten auf einem Längsschnitte fällt sofort auf, dass der Wurzelkörper wie aus einzelnen Scheiben aufgebaut erscheint. Es wechseln in jungen Knollen Stärke und inhaltsreiche Zonen mit kleinen Zellen mit solchen inhaltsarmer grosser ab. Besonders die Schleimzellen fallen durch ihre riesigen Dimensionen und ihre Armut an Schleim auf, wenn man sie in polarisiertem Lichte unter Einschaltung des Blättchens rot-violett erster Ordnung betrachtet. Während die der einen Zone von einem Kreuze durchzogenen Schleimkörper und Rhaphiden aufweisen, fehlt er denen der andern völlig. Allmählig strecken sich die inhaltsreichen Zellen, besonders in radialer und tangentialer Richtung erheblich, die inhaltsarmen Zellscheiben werden durch die Gewebespannung zerpresst. Man kann die einzelnen Stadien dieses Vorgangs deutlich an einem Schnitte von oben nach unten gehend beobachten. Da - durch wölbt sich das Gewebe an den inhaltsreichen Scheiben vor, an den andern buchtet es sich ein. Zuletzt ist das "Puffergewebe" zu Keratenchym zerpresst. So wird die Knospe nach Abfaulen der alten Knolle immer tiefer in's Erdreich versenkt. Die Epidermis und Intercutis, sowie die Gefässbündel werden dadurch in Falten gelegt. Da ein- bis dreistelige Knollen dieses Baus in der Natur gefunden werden konnten, so dürfte das Erreichen des richtigen Horizontes der Knollenlage mehrere Jahre inanspruch nehmen. Ob auch ältere Knollen diese Kontraktion ausführen können, steht dahin. Jedenfalls wurden solche Knollen bisher nicht gefunden.

Dieser Typ kontraktiler Organe soll kurz als "Kontraktilität infolge Zusammenpressens von Puffergewebe" bezeichnet werden. Die Strecke der Kontraktion beträgt durch Messung der Falten berechnet von 9 und 11 bis 37%.

VERGLEICH DES PROCORMUS MIT ZEITLEBENS HOLOSAPROPHYTISCHEN ORCHIDEEN. LASSEN SICH STAMMBÄUMLICHE SCHLÜSSE AUS DER ENTWICKELUNG DER DAKTYLORCHIS ZIEHEN?

Der Bau des Procormus unserer Daktylorchis-Arten und die langsam einsetzende Gliederung des vegetativen Körpers könnte man auf den ersten Blick als eine Auswirkung des biogenetischen Lehrsatzes betrachten. Folgender Gedanke hat etwas verlockendes: Die Pflanze hat im Jugendstadium die Lebensform der "Urpflanze" mit der mangelnden Gliederung in Wurzel und Stamm. Erst allmählig bildet sich die "höhere Differenzierung" heraus. Doch wird eine solche Spekulation den Kern der Sache nicht treffen. Der Vorgang ist wohl eher dadurch bedingt, dass die Pflanze vom völligen Leben durch die Pilze allmählig zu einem selbständigen Leben übergeht. Oder vielleicht mit andern Worten gesagt: die Pflanze ist noch nicht dermassen an die Pilze angepasst, dass sie zeitlebens auf diese völlig angewiesen ist. Nur in der Jugend ist dies der Fall, wie man ähnliches auch bei Parasiten findet. Ein Vergleich der einzelnen Stadien des Procormus mit Orchideen, die vollständig durch die Pilze ernährt werden, also völlig mykotroph sind, wird diese Ansicht erhärten.

I. Stadium völliger Mykotrophie. - Die Pflanze hat noch keine grünen Blätter und keine Wurzeln. Zeitlebens bleibt (ausser der Blütezeit) *Coralliorhiza* auf diesem Stadium stehen. Beide Gebilde haben keine Wurzeln. Hier muss der Stamm Wurzel- und Stammfunktionen verrichten. Er besitzt weder eine Cuticula noch eine Intercutis. Die Epidermis wächst direkt zu Wurzelhaaren aus. Diese erhalten ihre Pilze vom Rhizom aus. Der ganze alte Teil der Pflanze ist von Pilzen bewohnt. Zu hinterst ist die Verdauungszone, nach vorne die Wachstumszone der Pilze, dann kommt die pilzfreie Zone. Diese ist durch einen grossen Gehalt von Stärke ausgezeichnet. Darüber befindet sich, durch kleine Schuppenblätter geschützt, der Vegetationspunkt, der stammartig ausgebildet ist. In demselben Masse als die Pilze vordringen, verschwindet hinten und wächst vorne die Stärkeschicht. Nur ist das *Coralliorhiza*-Rhizom in Lang- und Kurztrieb gegliedert; die Langtriebe sind dünn und verbreiten das Rhizom, die Kurztriebe sind angeschwollen und dienen der Ernährung.

II. Sobald die ersten exogenen Wurzeln angelegt werden, kann man den Procormus mit *Neottia*, oder besser mit der ebenfalls assimilierenden *Goodyera* vergleichen. D i e W u r z e l n b e z i e h e n i h r e P i l z e v o m R h i -

z o m a u s. Eine Abgliederung durch eine Intercutis wäre dann nur hinderlich. Die Wurzeln wachsen dünn aus dem Organe heraus, um sich dann zu verbreitern. Es ist bei *Goodyera* schwer, die Nebenwurzeln in ihrem anatomischen Bau von den Rhizomästen zu unterscheiden. Eine Intercutis fehlt. Erst wo sich der Trieb stammartig ausbildet, tritt eine Cuticula auf. Dass die Wurzeln von *Neottia* auch noch sehr stammartig sind, das beweist die häufige Umbildung derselben in neue Rhizome. Die Spitze bildet Schuppenblättchen aus und teilt sich in mehrere Triebe, die einen werden zu echten Wurzeln, einer zum Rhizome. In vieler Beziehung ähnelt auch *Malaxis paludosa* diesem Typus. Hier findet eine gewisse Periodizität insofern statt, als sich Bulben ausbilden, die durch die Entwickelung eines stark verholzten Abschnürungsgewebes vor dem Eindringen der Pilze geschützt sind. Aber die ebenfalls deutlich e x o g e n angelegte Wurzel des jungen Triebes bohrt sich in die alten Rhizomteile ein und bezieht so die alten Pilze wieder. Das alte Rhizomteil wirkt wie ein Velamen. Hier ist die fehlende Intercutis der Wurzel eine Erleichterung der Infektion des neuen Rhizoms aus der Wurzel heraus. Nur die oberste Zellschicht (Aufzellen) sind verpilzt, die Intercutis verhindert ein Eindringen in das Speicherorgan. Die Nebenwurzeln erhalten eine Intercutis erst später, an den Ansatzstellen am Rhizome dagegen ist eine vorhanden. Das Festhalten der Pilze an der Pflanze geschieht durch die Wurzelverlängerungen (Zinken). Da, wo bei *Orchis* diese Verlängerungen fehlen, wie bei *Heroorchis, Globosi, Masculi* und *Ophrys*, ist die Aufzellenschicht doppelt und die Intercutis mit Kappenzellen versehen, welche dem Durchlassen von Nährstoffen in die Aufzellenschicht dienen dürften.

Zusammenfassend kann man die Verhältnisse folgendermassen darstellen: Im ersten Stadium lebt der Procormus nach Art der Holosaprophyten und Arten ohne eigentliche Wurzeln. Die Pilzverdauung findet im Stamme selbst statt; dieser ist daher eine Mischung von Wurzel und Stamm. Die Pflanze ist weitgehend auf ihre Pilze angepasst. Ein einmal vorhandener Pilz wird zeitlebens festgehalten. Die Infektion erfolgt vornehmlich oder immer vom Stamm aus. *Coralliorhiza* bleibt zeitlebens auf diesem Stadium stehen.

Die Daktylorchis-Arten durchlaufen dieses Stadium bald; nach dem vierten Jahr bilden sich die Knollen aus. Die ganzknolligen Arten *Morio, masculus* u.a. bleiben dagegen, wie aus der Arbeit STOJANOFF's zu ersehen, viel länger auf dieser Entwickelung stehen. Werden Wurzeln an diesen Procormis angelegt, so entstehen sie exogen, d.h. es ist eine Verpilzung durch Infektion vom Rhizom aus vorhanden. Später aber ist die Pflanze bei Daktylorchis viel unabhängiger von den Keimungspilzen, es erfolgt in den nun die Pilze allein verdauenden Wurzeln oder Zinkenwurzeln eine Infektion von aussen. Daneben bilden sich Dauerwurzeln (die Knollen), die hauptsächlich der Speicherung dienen. Sie sind frei von Pilzen und führen im Gegensatz zu den Pilzwurzeln bald eine die Infektion von aussen verhindernde Intercutis. Daneben halten besondere Einrichtungen auch nach dem Absterben der Nebenwurzeln die Pilze in der Pflanze fest (Zinkenwurzeln oder doppelte Aufzellenschicht mit Durchlasskappen in der Intercutis, Arten mit ungeteilter Knolle). Eine grössere Gliederung der Pflanze gibt eine Spezialisation der einzelnen Organe. Die Procormus-Bildung ist keine Urform in dem Sinne der Phylogenie, sondern durch die Eigenart der Ernährung bedingt. Manche Arten behalten diese zeitlebens bei, andere kehren später zu einer mehr selbständigen, urwüchsigeren Ernährung zurück. Zuerst wurde nicht nur der Stickstoff und die Salze von den Pilzen gezogen, sondern auch der Kohlenstoff, später auch die erste Gruppe, während der Kohlenstoff nur unbedeutend ist. Daher ist das Wachstum wie bei den echten Saprophyten nur langsam, geht später aber rascher vonstatten. Damit steht auch im Zusammenhang, dass die Menge der verdauten Pilze bei den Procormis verhältnismässig grösser ist, als bei der entwickelten Pflanze. Es wäre daher vielleicht, wie GOEBEL in seiner Organographie zeigte, besser, den Ausdruck Procormus für die ersten Entwickelungsstadien zu streichen, da er den Anschein erweckt, als ob es sich um eine besondere Generation, etwa wie bei den Lycopodiaceen, handele, während es doch nur eine durch eine Ernährungsart veränderte Rhizombildung ist. Will man ihn beibehalten, so müsste man folgerichtig die Rhizome von *Coralliorhiza* u.a. als langlebige und daher gegliederte Procormi bezeichnen. Andererseits dürfte man zu dem Schlusse berechtigt sein, dass die

Orchideen von Arten abstammen, die Rhizome besassen. Mit der Ausbildung von Speicherwurzeln in Gestalt der Knollen wurde das Rhizom mehr entbehrlich. Es wird daher nur mehr ausläuferartig (*Herminium, Orchis Morio, Orchis masculus* u.a.) angelegt oder aber die latente Eigenschaft der langgestreckten Rhizombildung kommt unter besonderen Bedingungen wieder zum Vorschein. Die einsteligen Rüben von *Spiranthes* sind die ursprünglichste Form der Orchisknolle. Darauf folgen die Stadien mit tief geteilter Knolle, ,das fast Selbständigsein der einzelnen Rüben, *Gymnadenia albida*. Das teilweise Verwachsen mit dem Grunde, wie es *Nigritella, Gymnadenia conopea* und *odoratissima* und die Daktylorchis-Arten speziell darstellen, wäre die nächste Etappe. Dann käme die völlige Verwachsung, aber Ausbildung einer Zinke, wie bei *Platanthera*. *Gymnadenia cucullata* und *Orchis sambucinus* stellen weitere Zwischenstadien dar; bei ihnen ist die Verwachsung und Unterdrückung der Zinkenbildung noch nicht völlig durchgeführt. *Gymnadenia cucullata* hat eine zwar noch ausgefurchte Knolle, dagegen hat sie schon völlig den Bau der ganzknolligen Orchideen (Kappenzellen, doppelte Aufschicht). *Orchis sambucinus* hat fast völlige Unterdrückung der Zinken bis noch geringfügige Ausbildung der Zellen. Kappenzellen finden sich teilweise, dagegen noch keine doppelten Aufzellen. Das Endglied stellen die ganzknolligen *Orchis*- und *Ophrys*-Arten dar. Diese sind auch in weit höherem Masse mykotroph als die anderen. Der Grund ist vielleicht in dem Übergang von der Wiese zum Moor und zur Steppe zu suchen.

Wesentlich anders ist die Reihe, welche die Pilze ins Rhizom aufnimmt, unter Verkümmerung der Wurzeln. Man kann die bis zur völligen Chlorophyllosigkeit führende Reihe etwa durch folgende Arten charakterisieren: von der fast autotrophen *Epipactis latifolia, rubiginosa, palustris* zur stärker mykotrophen *E. sessilifolia*, weiter zur *E. microphylla*, zu *Limodorum* und *Neottia*. Hier liegt eine Reihe innerhalb eines nahen Verwandtschaftskreises vor.

Doch darf man nie vergessen, dass das Aufstellen solcher Reihen allzusehr nach Naturphilosophie schmeckt und dass man den Boden gesicherter Resultate damit unbewusst überschreitet.

Ergebnisse der Keimungskulturen.

W. (Weisse) Agar-Agar-Nährböden.
S (Schwarze) Standort-Sumpfagar-Nährböden.
1 = Procormi entwickelt. 2. = Wurzelhaare ausgetrieben.
3 = Kerne angeschwollen. 4. = Ohne Keimungserscheinungen.

1.

1.	*Orchimyces O. latifolius V und VI*	Same:	*Orchis pseudo-Traunsteineri bavaricus A. F.*	W
2.	" " " I	"	*Gymnadenia conopea*	S
3.	" *Anacamptis*	"	*Herminium Monorchis*	W
4.	" *O. militaris*	"	*Gymnadenia conopea*	S
5.	" *O. latifolius I.*	"	*Orchis incarnatus*	S
6.	" *O. militaris*	"	*Gymnadenia conopea*	W
7.	" *O. latifolius V und VI*	"	*O. maculatus*	S
8.	" *Spiranthes autumnalis*	"	*Herminium Monorchis*	S
9.	" " "	"	" "	W
10.	" *O. latifolius III.*	"	*O. pseudo-Traunsteineri bavaricus A. F.*	W
11.	" *O. Latifolius V und VI*	"	*O. incarnatus*	W

2.

1.	" *O. latifolius I.*	Same:	*O. incarnatus*	W
2.	" " " III.	"	*O. latifolius var. amplus*	W
3.	" *Anacamptis*	"	*O. latifolius II.*	W
4.	" *O. militaris*	"	*Ophrys fuciflora*	W

3.

1.	*Orchimyces Anacamptis*	Same:	*Ophrys aranifera*	*S*
2.	" *O. militaris*	"	*Epipactis latifolia*	*W*
3.	" *Spiranthes autumnalis* ..	"	*Spiranthes autumnalis*	*W*
4.	" *O. militaris*	"	*Orchis paluster*	*W*
5.	" " "	"	*Ophrys muscifera*	*W*
6.	" *Orchis latifolius*	"	*Orchis latifolius var. amplus* ...	*W*

4.

1.	" *Anacamptis*	Same:	*Cypripedium calceolus*	*S*
2.	" "	"	*Gymnadenia conopea*	*S*
3.	" *Orchis latifolius*	"	*Orchis Pseudo-Traunsteineri var. bavaricus A. F.*	*W*
4.	" *Ophrys fuciflora*	"	*O. ustulatus gigas*	*S*
5.	" *Anacamptis*	"	*O. latifolius I.*	*S*
6.	" *O. latifolius II.*	"	*O. latifolius var. amplus*	*W*
7.	" *O. militaris*	"	*Ophrys fuciflora*	*S*
8.	" *Spiranthes autumnalis* .	"	*Cypripedium calceolus*	*W*
9.	" *Anacamptis*	"	*Epipactis sessiliflora*	*W*
10.	" "	"	*Cephalanthera alba*	*W*
11.	" "	"	*Anacamptis*	*W*
12.	" "	"	*Epipactis palustris*	*W*
13.	" *Orchis militaris*	"	*Cypripedium calceolus*	*W*
14.	" *Anacamptis*	"	*Ophrys fuciflora*	*S*
15.	" *Spiranthes autumnalis* .	"	*Epipactis latifolia*	*W*
16.	" *Orchis latifolius II.* .	"	*O. latifolius var. amplus*	*W*
17.	" *Anacamptis*	"	*Orchis incarnatus*	*S*
18.	" *Orchis latifolius I.* ..	"	*O. incarn. x latifolius*	*W*
19.	" " " ..	"	*Gymnadenia conopea*	*S*
20.	" " " ..	"	*O. latifolius I.*	*S*
21.	" *Orchis militaris*	"	*Ophrys muscifera*	*S*
22.	" *Spiranthes autumnalis* .	"	*Spiranthes autumnalis*	*S*
23.	" " "	"	*Epipactis latifolia*	*S*
24,	" " "	"	*Cephalanthera alba*	*S*
25.	" " "	"	*Anacamptis*	*S*
26.	" " "	"	*Epipactis palustris*	*W*
27.	" " "	"	*Platanthera bifolia*	*S*
28.	" " "	"	*Cypripedium calceolus*	*S*
29.	" " "	"	*Spiranthes autumnalis*	*S*
30.	" " "	"	*Epipactis sessiliflora*	*S*
31.	" *Anacamptis*	"	*Anacamptis*	*S*
32.	" *Orchis militaris*	"	*Orchis militaris*	*W*
33.	" " "	"	*Cephalanthera alba*	*W*
34.	" " " *II.*	"	*Orchis incarnatus*	*W*
35.	" " " "	"	*Ophrys fuciflora x aranifera*	*W*
36.	" " " "	"	" " "	*W*
37.	" " *latifolius I.* ...	"	*Orchis paluster*	*W*
38.	" " " " ...	"	*Ophrys muscifera*	*W*
39.	" " *militaris*	"	" "	*W*
40.	" " "	"	*Ophrys fuciflora x aranifera* ...	*W*
41.	" " *latifolius I.* ...	"	" " "	*W*
42.	" " "	"	" " "	*W*

Gesamtzahl der Kulturen:	63,	davon	W	39;		S	24.
Entwickelte Procormi	11,	"	"	6;		"	5
Haare ausgetrieben	4,	"	"	4;		"	-
Angeschwollene Kerne	6,	"	"	5;		"	1
Ohne Keimungserscheinungen	42,	"	"	24;		"	18.

Literatur-Verweise.

BURGEFF, Wurzelpilze der Orchideen, Jena 1909. - GOEBEL, Organographie I, 1913. - STAHL, Der Sinn der Mykorhizenbildung in Pringsh. Jahrb. XXXIV (1900). - STOJANOFF, Vegetative Fortpflanzung der Orchideen in Flora, N.F. IX.

MITTEILUNG DES HERAUSGEBERS.

Die Hefte des Botanischen Archivs werden, um das Falzen und Einzel-Heften zu ersparen, als Ganzes abgezogen; unsere Zeitschrift kann deshalb nur 7 Sonderabzüge pro Arbeit geben, die durch Zerschneiden von Heften hergestellt werden. Damit entgeht dem Archiv leider ein erhebliches Reklame-Mittel, denn jeder Sonderdruck, der vom Autor auf seine Kosten verschickt wird, weist auch auf die Zeitschrift selbst hin und macht sie bekannt. - Anderseits sieht das Archiv in diesem Mangel auch wieder einen Vorteil, von dem es wünschte, dass er allen Deutschen Zeitschriften mehr bewusst würde. Dass die Zustände, wie sie vor dem Krieg mit den Separata herrschten, ein Unfug waren, sei einmal offen ausgesprochen. Grosse Buchhandlungen hatten sich auf die Spezialität der Sonderdrucks-Wirtschaft geworfen. Zusammen mit unsern Dissertationen etc. wurden diese für unwürdig geringen Preis erworben und billig an die Kunden abgesetzt. Wer eine Arbeit brauchte, hatte nicht nötig, sich den Zeitschrift-Band zu besorgen, sondern kaufte für ein weniges, was notwendig war. Durch unsere vorzüglichen referierenden Zeitschriften wurde insbesondere auch das Ausland über den ungefähren Inhalt der einzelnen Arbeiten unterrichtet, kaufte die Sonderdrucke und sparte die Bände. Man muss doch darüber sich klar sein: in keiner Zeitschrift, selbst nicht in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften, sind alle Arbeiten gleich wichtig und für weitere Kreise von gleichem Interesse. Überall muss das Hervorragende das Mindere, ein Heft das andere, ein Band die anderen Bände tragen. Wir sind in Deutschland ein armes Volk geworden; so muss auch unsere geistige Produktion sich gegenseitig stützen und unsere Wirtschaft sollte nicht dadurch geschädigt werden können, dass aus den Bänden in Form von Separaten herausgepickt wird, was notwendig gebraucht wird, während der Rest unbeachtet liegen bleibt. Durch seine Herstellung ist es dem Botanischen Archiv verwehrt, Separata in grösserer Zahl zu geben; sollte es den Anfang zu einer Einschränkung und endlichen Abschaffung der Sonderdrucks-Wirtschaft machen, so würde ich darin einen Fortschritt gegen den früheren Zustand im Interesse unserer Volkswohlfahrt sehen. - Da aber jeder Arbeiter eines Lohnes, den das Archiv weder in baar noch in Sonderdrucken bezahlen kann, wert ist, bietet es bis auf weiteres seinen Mitarbeitern, soweit sie wenigstens einen halben Druckbogen aufgenommenes Manuskript liefern, den ganzen Band als Honorar an. Figuren sind möglichst zart mit schwarzer Tusche auf dünnes, weisses Papier genau in der Grösse der Veröffentlichung zu zeichnen. Erklärungen sind handschriftlich ebenso einzutragen. Jede Figur kommt genau heraus wie sie geliefert wird! - Die Wiedergabe von Photographien ist gleichfalls möglich, erfordert aber, wegen der ganz enormen Kosten, besondere Übereinkunft, wie auch die Aufnahme von Dissertationen nur unter besonderen Bedingungen erfolgen kann.

Ueber den Kopulationsakt und die Geschlechtsverhältnisse der Zygnemales.

Von HANS HEMLEBEN (Erlangen).

EINLEITUNG.

Die grundlegende und auch heute noch umfassendste Arbeit über die Conjugaten ist die von DE BARY aus dem Jahre 1858 (1). Alle wesentlichen Tatsachen über die Morphologie und den äusseren Verlauf der Fortpflanzungsvorgänge dieser Algenklasse finden wir bereits in ihr beschrieben. Und die systematische Einteilung, welche DE BARY für die Conjugaten gibt, wird im grossen ganzen schon dem gerecht, was wir heute über ihre Verwandtschaftsverhältnisse wissen.

Nach dieser Arbeit ist, abgesehen von den die Conjugaten betreffenden Abschnitten in den bekannten grösseren systematischen Werken, nur noch von OLTMANNS (2) vor etwa 20 Jahren in seinem Buche über die "Morphologie und Biologie der Algen" eine umfassende Darstellung von ihnen gegeben worden. Nach Beendigung der vorliegenden Arbeit erhielt ich die Neu-Auflage des OLTMANN'schen Werkes, in welcher auch die weiter unten von mir genannten Arbeiten verwertet wurden. Da dieser Neu-Auflage, soweit sie den von mir behandelten Gegenstand betreffen, keine neuen Untersuchungen zugrunde liegen, kann ich sie im folgenden unberücksichtigt lassen.

Während sich nun unsere Kenntnisse von der Biologie und Physiologie dieser Algen trotz zahlreicher Arbeiten seit dem Erscheinen des OLTMANN'schen Werkes nicht mehr bedeutend vermehrt haben, wurden durch die cytologischen Arbeiten von TRÖNDLE (3, 4), KARSTEN (5), KURSANOW (6), KAUFMANN (7) u.a. Tatsachen aufgedeckt, die uns neue Einblicke vor allem in die Fortpflanzungsverhältnisse gaben. An diese Autoren suchte ich anzuknüpfen, beschränkte mich aber in der Hauptsache auf die Untersuchung der Fortpflanzungsverhältnisse der *Zygnemales*, von denen wiederum in erster Linie die Spirogyren berücksichtigt wurden.

Zunächst war eine Lücke in unserm Wissen von den ersten Kopulationsstadien der *Zygnemales* auszufüllen. Es sind dies die Vorgänge, welche sich auf die gegenseitige Beeinflussung der sich zur Kopulation anschickenden Zellen beziehen. Die dabei gemachten Beobachtungen forderten vor allem eine Auseinandersetzung mit der Arbeit von HABERLAND "Zur Kenntnis der Conjugation bei Spirogyra" (8).

Weitere Ziele suchte ich durch Klärung der Geschlechtsverhältnisse (Geschlechtsbestimmung, Geschlechterverteilung) der *Zygnemales* zu erreichen. Die einzige Arbeit, welche sich bisher eine ähnliche Aufgabe gestellt hat, ist die 1917 erschienene von CUNNINGHAM (9). Doch liessen gerade die von diesem Forscher gewonnenen Resultate eine Neubearbeitung berechtigt erscheinen.

Durch Vergleiche mit analogen Vorkommnissen bei anderen Pflanzengruppen, besonders den Mucorineen, habe ich jeweils die vorgetragene Auffassung zu stützen gesucht.

I. ÜBER DEN KOPULATIONSAKT DER ZYGNEMALES.

1. ALLGEMEINES UND FRAGESTELLUNG.

Die Arten der *Zygnemales* kommen normalerweise stets zu Watten aus zahlreichen Fäden vereinigt vor, von denen jeder einzelne von einer Schleimscheide umgeben ist. Diese Schleimscheiden sind leicht durch das Gefühl festzustellen und können dazu dienen, die *Zygnemales* von anderen Grünalgen, wie *Cladophora* oder *Vaucheria*, bereits am Standort zu unterscheiden. - Der Verlauf der Fäden zueinander ist, solange sie sich in vegetativem Zustand befinden, bei manchen Arten unregelmässig, bei andern werden Locken von annähernd parallel verlaufenden Fäden gebildet.

Wie alle Conjugaten besitzen die *Zygnemales* nicht die Fähigkeit, mit Cilien

im Wasser frei gewegliche Gameten zu bilden. Die Geschlechtszellen gelangen nach Bildung eines Kopulationskanals durch aktive Bewegung einer oder beider zur Vereinigung. Es entsteht eine Zygote. An dem Zustandekommen des Kanals sind, wie man leicht beobachten kann, die beiden kopulierenden Zellen durch Bildung je eines Kopulationsfortsatzes beteiligt. Die Wände der Zellen, die kopuliert haben, vergehen mit der Zeit.

Eine Reihe von sorgfältigen Beobachtern, z.B. PRINGSHEIM und De BARY haben die Beschaffenheit und Form des Kopulationskanals der verschiedenen Gattungen ausführlich beschrieben. Es erübrigt sich daher, hierauf einzugehen. Anders liegt es mit der Frage, welche Umstände zur Bildung des fertigen Kopulationskanals führen. Wie kommt es, dass die Ansatzstellen der Kopulationsfortsätze in der Regel mit fast absoluter Genauigkeit einander gegenüber angelegt werden? Auf welche Weise können sich zwei sich zur Kopulation anschickende Zellen in der Anlage und Wachstumsrichtung ihrer Fortsätze beeinflussen?

2. DIE BISHER VERTRETENEN AUFFASSUNGEN.

Es scheint mir ratsam, nicht an die letzte Arbeit, welche sich mit den gestellten Fragen näher befasst (HABERLAND, 8) anzuknüpfen, sondern vorher durch einen geschichtlichen Überblick die Auffassungen, die im Laufe des letzten Jahrhunderts laut geworden sind, zusammenzustellen. Es wird sich zeigen, dass wir es im wesentlichen mit zwei sich widersprechenden Anschauungen zutun haben. Meines Wissens ist die erste Arbeit, in welcher die Entwickelungsgeschichte der Kopulationskanäle beschrieben wird, eine Schrift von ROTH (10) aus dem Jahre 1800. ROTH, der mit wesentlich einfacheren optischen Mitteln, als sie uns heute zur Verfügung arbeiten musste, gibt eine recht ausführliche Darstellung des Vorganges. Seine Deutung steht im prinzipiellen Gegensatz zu der Auffassung der Mehrzahl der späteren Arbeiten. Es ist daher nicht uninteressant, seiner Beschreibung des Kopulationsvorganges bei *Conferva scalaris* (heute *Spirogyra spec.*) zu folgen.

ROTH schreibt: "Bei *Conferva scalaris* nähern sich im älteren Zustande ein Paar der sich zunächst in gleicher Richtung gelegenen Fäden durch ein ihnen eigentümliches Anziehungsvermögen einander so sehr, dass die beiden Fäden nur einen einzigen Körper auszumachen scheinen. Während der genauen Zusammenfügung dieser Fäden verbinden sich hin und wieder mehrere Glieder (articuli), wahrscheinlich mit Beihilfe einer klebenden Materie, die ihre Oberfläche an den Berührungspunkten von sich gibt, in der Mitte so genau miteinander, dass sie völlig verwachsen zu sein scheinen. Einige Zeit darauf e n t f e r n e n s i c h d i e F ä d e n e i n w e n i g n a c h i h r e r g a n z e n L ä n g e g l e i c h f ö r m i g v o n e i n a n d e r, so dass man jetzt deutlich wieder unterscheiden kann, dass diese Fäden durch die gleichsam miteinander verwachsenen Berührungspunkte der Glieder miteinander verbunden sind. Durch die allmählig zunehmende aber gleichförmige Entfernung der Fäden werden die zusammen verwachsenen Berührungspunkte der Glieder gewaltsam ausgedehnt, und es erzeugt sich dadurch ein neuer Teil der Pflanze, der eine häutige Röhre bildet, wodurch die entgegengesetzten Glieder an ihren Berührungspunkten äusserlich miteinander in Verbindung gesetzt werden, und die auf solche Weise an mehreren Gliedern verbundenen Fäden haben alsdann völlig das Aussehen einer Leiter".

Nicht mit derselben Klarheit bespricht auch MEYEN (11) in einem Kapitel seiner Pflanzenphysiologie die Fortpflanzung der Conjugaten. Seine Auffassung nähert sich dem Standpunkte von ROTH. Nur an Fäden, welche nebeneinander liegen und sich berühren, hat er das Auftreten und die Entwicklung der Kopulationsfortsätze, die er Wärzchen nennt, beobachten können. Weiter sah er noch, dass die Kopulationsschläuche nicht stets gleichgross sind, die beiden Fortsätze also wohl nicht unbedingt gleichzeitig zu entstehen brauchen. Scheinbar hält es MEYEN für notwendig, dass sich zwei Fäden an irgendwelchen Stellen berühren, während die Fortsätze anderen Ortes herauszuwachsen pflegen. Denn obwohl er vorher von notwendiger Berührung der ganzen Fäden gesprochen hatte, sagt er doch später: "Sobald sich die Spitzen dieser Begattungswärzchen berühren, geschieht ein inniges Verwachsen der-

selben, wobei sie häufig etwas wulstartig anschwellen". Diese Trennung der Berührungsstelle der Fäden von den Ansatzpunkten der Kopulationsfortsätze ist räumlich schwer vorstellbar, auch stehen seine eigenen Abbildungen damit nicht in Einklang. Dass er dann weiter von geheimer Attraktion, welche die Bildung der Wärchen bewirken soll, spricht, beweist nur, dass er selber eine undeutliche Anschauung von dem Vorgange besass.

Unklar ist auch die Darstellung, welche KÜTZING (12) in seiner Phycologia generalis (1843) von dem Kopulationsakt gibt. Er sagt: "Bei *Spirogyra* und *Zygnema* legen sich die Fäden - wenigstens eine Strecke weit - parallel nebeneinander, hierauf senden entweder alle einzeln, oder auch nur die in der Lage miteinander korrespondierenden Glieder gegenseitig kleine Hervorragungen aus, die sich anfangs bloss berühren, zuletzt aber miteinander innig und fest verwachsen". Ebenso sind HASSAL's (13) Äusserungen nicht völlig eindeutig. Nach ihm sollen die Kopulationsfortsätze an der Stelle angelegt werden, "Which lies in nearest contact with a neighbourning filament".

Diese leicht misszuverstehenden Darstellungen von MEYEN, KÜTZING und HASSALL werden die Ursache dafür gewesen sein, dass in den später folgenden Arbeiten von SCHLEIDEN 1846 (14), NÄGELI 1847 (15), A. BRAUN 1851 (16) und v. MOHL 1853 (17) der Kopulationsvorgang nach einem der Auffassung von ROTH entgegengesetzten Prinzip beschrieben wird. Diese Autoren sind der Ansicht, **dass die Fäden sich nicht vor der Entstehung der Kopulationsfortsätze berühren**, sondern sich nur bis auf eine gewisse Entfernung nähern. Zwischen ihnen liegt noch die Strecke, um welche sie auch noch nach der Kopulation voneinander entfernt sind. Auf irgend einen unbekannten Reiz hin entsendet jeder Faden aus seinen Zellen gegen die gegenüberliegenden Zellen des Nachbarfadens je eine Ausstülpung. Diese wachsen mit Genauigkeit aufeinander zu, berühren sich und verschmelzen schliesslich miteinander. - Da es sich bei allen diesen Arbeiten um relativ kurze Angaben handelt, kann man annehmen, dass die Verfasser selbst den Vorgang nicht genau verfolgt haben. Ein Schema, welches HUGO v. MOHL gibt, erläutert diese Auffassung am besten (Fig. 1).

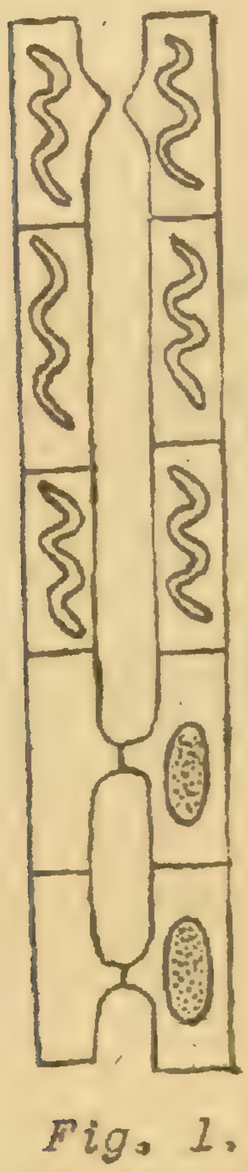


Fig. 1. Kopulationsschema nach MOHL. Die obersten Zellen haben Fortsätze gebildet, die aufeinander zuwachsen sollen.

Bemerkenswert ist eine Beschreibung, welche A. BRAUN in der oben erwähnten Arbeit über die ersten Kopulationsstadien von *Closterium lineatum* liefert. Paarweise legen sich die sehr langgestreckten, nur wenig gekrümmten Exemplare dicht aneinander, bald beide mit der konvexen Seite, bald das eine mit der convexen, das andere mit der konkaven Seite sich berührend. Hierauf springt - oft ungleichmässig - die Zellhaut in der schon früher äusserlich durch eine ringförmige Linie bezeichneten Mitte der Zelle der Quere nach auf. Bei der genäherten Lage der Individuen wachsen die hervordringenden Wülste nicht zu Fortsätzen aus, sondern legen sich in Form umgeschlagener Lippen an die entsprechenden Teile des anderen Individuums an. "Die vier Wülste füllen sich nun so dicht mit grüner Masse aus und drücken sich so fest aneinander, dass ihre während dieses Zudranges stattfindende paarige Verwachsung und Ineinandermündung nicht leicht verfolgt werden kann, sich jedoch deutlich im Resultat ausspricht. .... Die ganze Masse des grünen Inhalts tritt bei normaler Ausbildung in kurzer Zeit in die beiden Verbindungskanäle ein, welche von der Mitte aus, wo sie sich berühren, in entgegengesetzter Richtung zu verkehrt eiförmigen oder fast kugeligen Säcken anschwellen, welche sich zwischen die vier Schenkel oder Hörner der kopulierten Individuen einzwängen".

Aus dieser Beschreibung geht hervor, dass die Entfernung der beiden Individuen nach erfolgter Kopulation eine grössere sein muss als zu Beginn. Sie schieben sich nach anfänglicher Berührung durch das Wachstum der Kopulationsfortsätze und durch die Zygotenbildung auseinander. Diese Darstellung, **nach welcher zwei sich berührende Indi-**

viduen den Ausgangspunkt jeder Kopulation von Desmidiaceen bilden, ist meines Wissens niemals bezweifelt worden.

Über die ersten Stadien der Kopulation finden wir bei De BARY (1) folgenden kurzen Satz: "Die paarweise Verbindung der Zellen, welche kopulieren, durch kurze, gegeneinanderwachsende Ausstülpungen ist allgemein bekannt". Eine Durchsicht der zu seiner Arbeit gelieferten Zeichnungen aber ergibt, dass diese keineswegs mit der Angabe, dass die Fäden gegeneinander wachsende Ausstülpungen treiben, im Einklang stehen. Man vermisst die Wiedergabe von Fäden, bei denen die beiderseitigen Fortsätze noch so unentwickelt sind, dass sie einander noch nicht berühren Vielmehr ist in allen abgebildeten Fällen die Berührung bereits erfolgt, obgleich es sich teilweise um Stadien handelt, in denen offensichtlich der normale Wachstumsprozess noch nicht sein Ende erreicht hat (man vergl. Tafel II. Fig. 1, 2; Tafel III. fig. 14 und auch Tafel I. fig. 7, 8, 9 seines Conjugatenwerkes).

Andere beschreibende Arbeiten über die Conjugaten liessen diesen Abschnitt des Kopulationsvorganges überhaupt unberücksichtigt, wohl in der Meinung, er sei bereits genügend geklärt. Man nahm die zuletzt von De BARY und auch von PRINGSHEIM ausgesprochene Ansicht als zutreffend an.

Genauere Angaben finden wir dann wieder bei OVERTON(18). Dieser gibt einleitend abermals eine Beschreibung des Vorganges, die mit den Angaben der zuletzt genannten Autoren völlig übereinstimmt. Auch er spricht von Kopulationsfortsätzen, welche aufeinander zuwachsen und macht sogar eine Zeitangabe über die Wachstumsgeschwindigkeit dieser Fortsätze, nämlich 3μ in der Stunde. OVERTON geht dann über die blosse Beschreibung hinaus und versucht das direkte Aufeinandertreffen der Kopulationsfortsätze zu erklären. Es lag nahe, nach den Entdeckungen PFEFFERs über die chemischen Reizwirkungen (1884) auch hier eine solche anzunehmen. So glaubt denn OVERTON "dass durch die Ausscheidung eines bestimmten Stoffes die Bildung eines Conjugationsschlauches angeregt werden kann". Zu dieser Annahme veranlassen ihn Beobachtungen, nach welchen bei der zuweilen auftretenden Kopulation von 3 *Spirogyra*-fäden unter sich manchmal Zellen des mittelern Fadens, die, nachdem sie schon in Verbindung mit einer Zelle der einen Seite getreten sind, nachträglich eine kurze Ausstülpung gegen einen von der anderen Seite auf sie gerichteten Fortsatz treiben sollen.

HABERLANDT (8), der sich dann zwei Jahre später eingehender mit dem Problem beschäftigte, nimmt die herrschende Ansicht über die ersten Stadien der Kopulation als erwiesene Voraussetzung an. Er glaubt, dass die sich zur Kopulation anschickenden Fäden, ebenso wie die im vegetativen Zustande befindlichen, eine gewisse Strecke voneinander entfernt sind. Daher interessiert ihn dann in erster Linie die Frage, wie es kommt, dass die beiden Kopulationsschläuche mit solcher Sicherheit aufeinandertreffen. Seine Resultate fasst er folgendermassen zusammen: "Die einander korrespondierenden Kopulationsschläuche von *Spirogyra quinia* werden nicht gleichzeitig angelegt. Der ältere Schlauch bestimmt, höchst wahrscheinlich durch chemische Reizung, den Ort der Anlage des ihm korrespondierenden Schlauches. So kommt es, dass die Schläuche einander meist ziemlich genau opponiert sind. Ist die Opposition keine genaue, so führen die Schläuche entsprechende Reizkrümmungen aus, um aufeinander zu treffen. Voraussichtlich handelt es sich hierbei um chemotropische Krümmungen". Zur Unterstützung seiner Resultate gibt HABERLANDT eine Reihe von Abbildungen (Abb. 7, 8, 9).

KLEBS (19) wiederholt 1896 die Angaben HABERLANDTS und bestätigt dessen Beobachtungen und Erklärung. Auch er spricht von chemischen Reizwirkungen, welche die Entstehung von Fortsätzen im gegenüberliegenden Faden verursachen. Ebenso will er bei der Kopulation von 3 Zellen deren Fortsätze entsprechende Krümmungsbewegungen haben ausführen sehen. Mit HABERLANDT nimmt er an "eine Wechselwirkung beider Zellen, doch so, dass die eine Zelle zuerst einen Fortsatz bildet, der dann den entsprechenden der andern Zelle zu sich lockt". Leider bringt er hiervon keine Abbildung. - In späteren Arbeiten habe ich keinerlei nennenswerte Abweichungen von der von HABERLANDT formulierten Auffassung gefunden.

3. *DER KOPULATIONSAKT.*

a. Die angewandte Beobachtungsmethode.

Um mir eine genaue Einsicht in die Vorgänge, welche die gegenseitige Beeinflussung der sich zur Kopulation anschickenden Zellen betreffen, möglich zu machen, versuchte ich Fäden von *Spirogyra crassa*, die ich einer Watte entnahm, bei der ich zahlreiche frühe Kopulations-Stadien vorfand, in der sogenannten feuchten Kammer zu ziehen und diese unter dem Mikroskop zu beobachten. Diese Versuche schlugen sämtlich fehl. Nur wenn der Kopulationskanal vorher bereits fertig ausgebildet war, nahm die Kopulation ihren Fortgang. Es gelang aber nicht, zwei Fäden, die vorher noch keinerlei erkennbare Ansätze zur Kopulation gemacht hatten, auf diese Weise zur Kopulation zu bewegen. Da wahrscheinlich die durch die Behandlung in der feuchten Kammer entstandenen veränderten Bedingungen die Ursache des Misserfolges waren, liss ich bis kurz vor der Untersuchung die Algen an ihrem natürlichen Standort, einem Teich des Botanischen Gartens zu Erlangen. Schon bei den ersten Entnahmen von kopulierendem *Spirogyra*-Material konnte ich feststellen, dass, wie auch von andern Autoren angegeben ist, der Kopulationsakt keineswegs von der Tageszeit unabhängig, sondern in der Regel des Nachts, und zwar von 10 Uhr abends ab, vor sich geht. Voraussetzung hierfür ist, dass der vorhergehende Tag reich an Sonnenlicht und warm war, wenn auch der Wechsel der Lufttemperatur natürlich erst auf dem Umwege über eine Änderung der Wassertemperatur sich bemerkbar machte. Zahlenmässige Angaben liessen sich hierfür nicht erreichen. Eine solche Kontrolle der kopulierenden Fäden ist aus naheliegenden Gründen mit rechten Schwierigkeiten verbunden.

Unter Berücksichtigung dieser Beobachtung stellte ich an geeigneten Tagen Petri-Schalen zwischen *Spirogyra*-Watten in dem Teich so auf, dass ich sie des Abends mit den in ihnen reichlich vorhandenen Fäden herausnehmen konnte, ohne starke Veränderungen ihrer Lage herbeiführen zu müssen. Diese Schalen brachte ich dann ebenfalls unter möglichster Vermeidung jeder Erschütterung in das Institut, wo sie auf dem Objekttisch des Mikroskops ihren Platz fanden. Infolge der relativ geringen Wasserhöhe in den Petrischalen machte die Beobachtung dann keine wesentlichen Schwierigkeiten.

b. Die Kopulation von Spirogyra crassa.

In allen von mir beobachteten Fällen lagen die Fäden kurz vor der Kopulation so zueinander, dass sie sich an allen Stellen, an denen später ein Verbindungskanal gebildet wurde, berührten. - Die Frage, auf welche Weise diese Berührung zustande kommt, soll hier nicht behandelt werden. Es ist anzunehmen, dass die schon oben erwähnte bereits von TRÖNDLE beobachtete und von ihm als wurmartige, wellige Verbiegung der einzelnen Fäden bezeichnete Lockenbildung eines Fadenbündels die Berührung der Fäden untereinander begünstigt. Diese Berührung ist so innig, dass man den Eindruck hat, die Fäden seien miteinander verklebt (Fig. 2 a). Erst stärkere Erschütterungen vermochten sie voneinander zu trennen. - Der Beginn der Kopulation zeigt sich durch eine leichte Vorwölbung von Zellen eines oder auch beider Fäden auf den Partner hin. Ist die Berührung mit dem korrespondierenden Faden für alle Zellen gleichmässig gewesen, so findet diese Vorwölbung in der Regel auch gleichzeitig für alle beteiligten Zellen desselben Fadens statt. Handelt es sich dabei um den nicht selten vorkommenden Fall, dass auf eine längere Strecke hin jede Zelle des einen auf je eine Zelle des anderen Fadens trifft, somit sämtliche Zellen an der Kopulation beteiligt sind, so werden die Vorwölbungen auf der ganzen kopulierenden Fadenlänge auch relativ gleichförmig sein. Wir erhalten als Längsansicht der betreffenden Fadenseite eine annähernd gleichmässig gewölbte Linie (Fig. 2 b), die nur an einzelnen Stellen, wo Zellen durch irgendwelche Ursachen in ihrer Wachstumsschnelligkeit gehemmt sind, gestört erscheint. Häufig kann man beobachten, dass anfänglich die einzelnen Vorwölbungen des einen Fadens etwas stärker sind als die des andern, sodass man von einer grösseren Aktivität des

betreffenden Fadens sprechen könnte. Doch (Fig. 3) ist nach einiger Dauer der Kopulation in der Regel dieser Unterschied aufgehoben oder wenigstens nicht mehr merkbar. Die Vorwölbungen nehmen die Gestalt von annähernd zylindrischen Fortsätzen an, durch deren weiteres Wachstum eine Entfernung der kopulierenden Fäden von einander bewirkt wird. Die an der Berührung jetzt nicht mehr beteiligten Längswandparthien verlieren mehr und mehr ihre gebogene Form (Fig. 21 c). Ihre Richtung verläuft zu der andern Längsseite wieder parallel. Durch Resorption der trennenden Wandteile an den Spitzen der Kopulations-Fortsätze entsteht schliesslich ein offener Kanal zwischen je zwei kopulierenden Zellen.

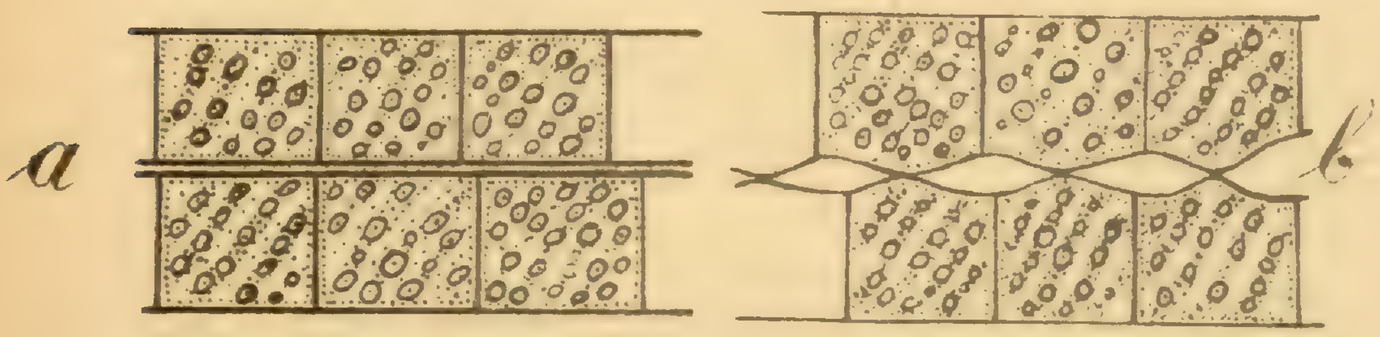


Fig. 2 a - c. Die Entstehung der Kopulationskanäle zwischen 2 Fäden von Spirogyra crassa.

Durch Beobachtung zahlreicher Kopulationen kann man feststellen, dass die Fortsätze nicht eine im voraus bestimmte Lage haben, sondern dass alle Stellen der Zellmembran zur Ausbildung von Fortsätzen befähigt sind. Von den Berührungspunkten, nicht von innern Bedingungen in der Zelle hängt es ab, wo die Fortsätze angelegt werden. Zur Begründung verweise ich auf Fig. 4. Diese zeigt an der mit x bezeichneten Stelle, dass die Anlage nicht nur auf die Zell-Längsseite beschränkt ist, sondern auch unter Mitwirkung der Querwand erfolgen kann (Zelle a). Das gleiche geht auch aus der Tatsache hervor, dass unter Umständen eine Zelle auf Reize von zwei Seiten hin zwei Fortsätze auszubilden imstande ist. (Vergl. ERNST (20) p. 172 fig. 50 c (nach ANDREWS) oder BROWN (21)). - Diese Fähigkeit, an jeder Stelle der Zellmembran auf Berührungsreiz hin einen Fortsatz ausbilden zu können, ist für die *Zygnemales* eine Lebensnotwendigkeit. Denn häufig variiert die Durchschnittsgrösse der Zellen stark und ist, wie später gezeigt werden soll, auch für die beiden Geschlechter mindestens bei bestimmten Arten verschieden. Werden schon an und für sich in solchen Fällen stets eine Reihe von Zellen von der Kopulation ausgeschaltet, so würde eine genaue vorherbestimmte Lokalisierung der Ansatzstellen bei der oben beschriebenen Kopulationsweise überhaupt die Mehrzahl der Kanalverbindungen unmöglich machen.

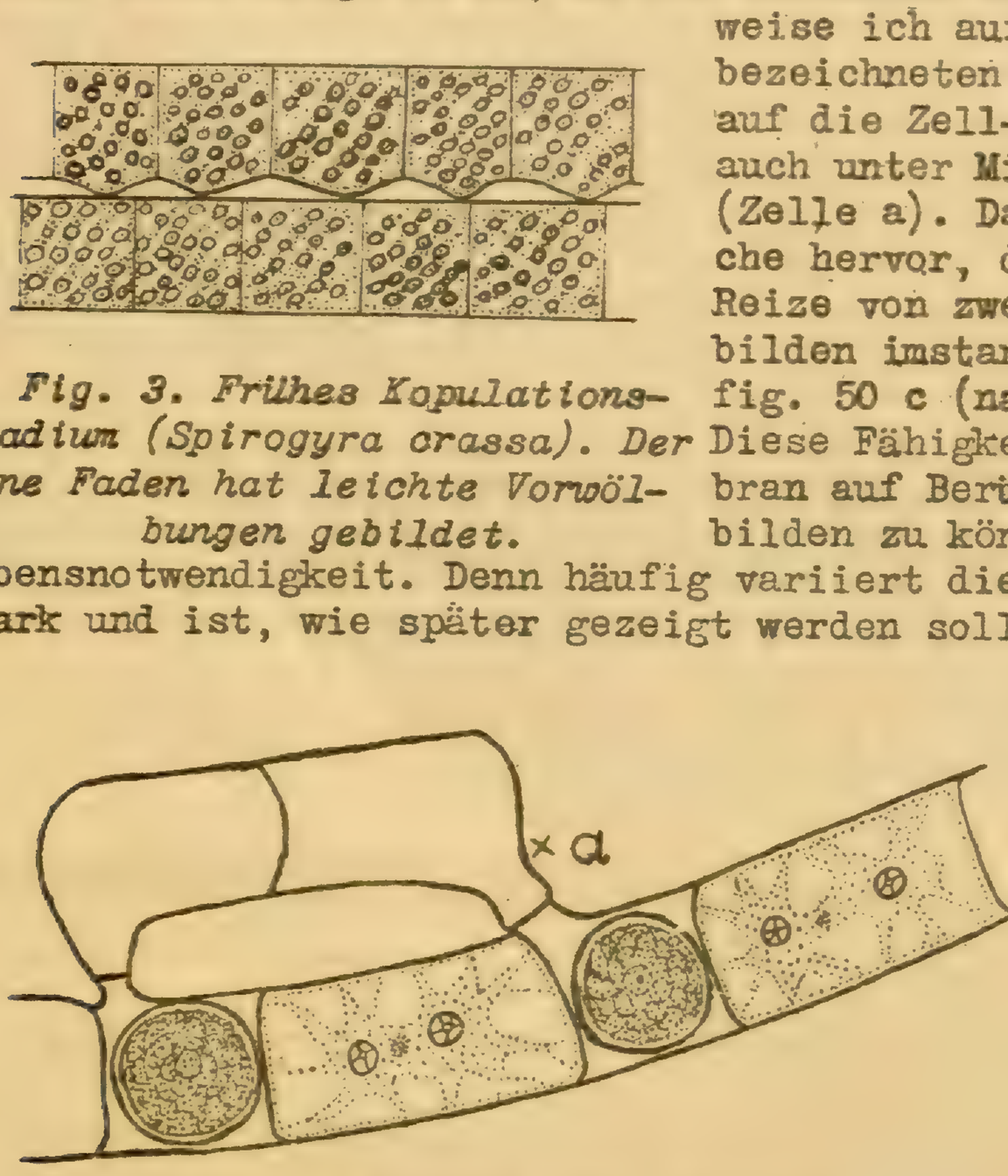


Fig. 4. Kopulation einer Zygnema.

Es sei noch bemerkt, dass fast alle bis jetzt veröffentlichten Zeichnungen von den ersten Kopulationsstadien durchaus mit der hier gegebenen Darstellung in Einklang stehen. Man vergleiche hierzu die Abbildungen, welche zur Erklärung dieser Vorgänge die Mehrzahl der eine Beschreibung der *Zygnemales* enthaltenden Werke bringen. So ist z.B. die Zeichnung, welche im Bonner Lehrbuch der Botanik seit Jahrzehnten abgebildet ist.

eine Stütze für die hier vorgetragene Darstellung. Die untersten Zellen des dort abgebildeten Fadens berühren "bereits" einander, obwohl sie noch längst nicht ihr Wachstum vollendet haben.

Der hier geschilderte Kopulations-Verlauf von *Spirogyra crassa*, der von mir auch für andere *Spirogyra*- und *Zygnema*-Arten beobachtet wurde, ist keine im Pflanzenreich vereinzelt dastehende Erscheinung. Etwas ganz Ähnliches haben wir in den

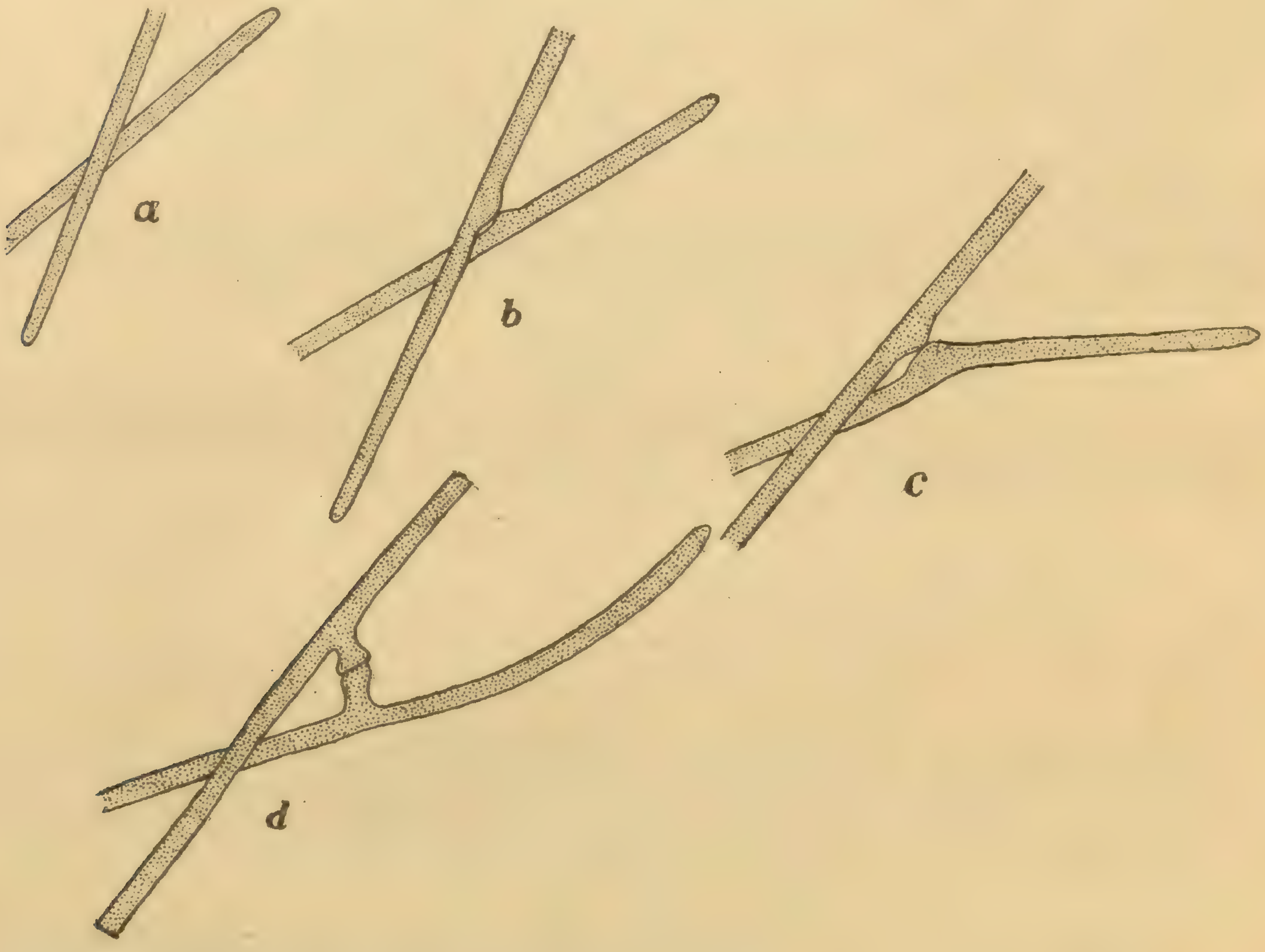


Fig. 5. Die ersten Kopulationsstadien von Sporodinia grandis.

Vorgängen, die der Bildung von Zygoten bei den Mucorineen, z.B. *Sporodinia grandis*, vorausgehen. Auch hier müssen sich zwei Hyphen zunächst berühren, ehe es zu der Ausbildung je eines Kopulationsfortsatzes kommt. Besser als Worte erläutern die Zeichnungen der Fig. 5 (a - d) die Übereinstimmung beider Vorgänge.

4. *KRITIK DER ABWEICHENDEN AUFFASSUNGEN.*

a. Naheliegende Trugschlüsse.

Wenn unsere Darstellung der Wirklichkeit entspricht, liegt die Frage nahe, wie es möglich ist, dass so viele Autoren der entgegengesetzten Ansicht waren und die Frage gestellt wurde, durch welche Fernreize die Entstehung, das spätere vermeintliche Aufeinanderzuwachsen und schliesslich die Berührung der Kopulationsfortsätze ausgelöst und gelenkt wird. Scheinen Abbildungen, wie sie z.B. HABERLANDT (Abb. 7, 8, 9) bringt, nicht doch der hier geäusserten Auffassung zu widersprechen? Oder muss man annehmen, dass der Vorgang der Kopulation sowohl bei den einzelnen Arten als auch Gattungen der Conjugaten verschieden sei und in einem Falle diese, im anderen jene Auffassung zu Recht bestehe? Dies ist nach meiner Ansicht nicht der Fall.

Vielmehr glaube ich, dass die von meiner Darstellung abweichenden Auffassungen als falsche Deutungen richtiger Beobachtungen zu verstehen sind. Der Hauptfehler, der meines Erachtens die entgegengesetzten Angaben zur Folge gehabt hat, ist der, dass man von annähernd fertig entwickelten Stadien ausgegangen und nicht, wie es hätte sein müssen, entwickelungsgeschichtlich verfahren ist. - Man kann häufig kopulierende Fäden beobachten, bei denen einzelne Zellen nicht an der Kopulation beteiligt sind. Dies kommt z.B. in den oben erwähnten Fällen vor, in welchen das Zahlenverhältnis der auf die gleiche Länge jedes Fadens entfallenden Zellen ungleich ist (Fig. 6). Anfänglich sind aber durch die Berührung alle Zellen zur Ausbildung je eines Fortsatzes angeregt. Auch die von der Kopulation ausgeschalteten Zellen bilden deshalb zuweilen kleine Fortsätze, deren Wachstum meist nach gewisser Zeit stillsteht. Es ist nun ein Fehlschluss, wenn man derartige "steckengebliebene" Fortsätze (Fig. 8 nach HABERLANDT, Fig. 19) als junge Entwickelungsstadien deutet. - Ebenso ist es unzulässig, bei Untersuchungen über die Bildung von Kopulationsfortsätzen von zwei Fäden auszugehen, bei denen an irgendwelchen Stellen bereits Kopulationskanäle angelegt worden sind. Es ist selbstverständlich, dass die Nachbarzellen nicht unbeeinflusst geblieben sind.

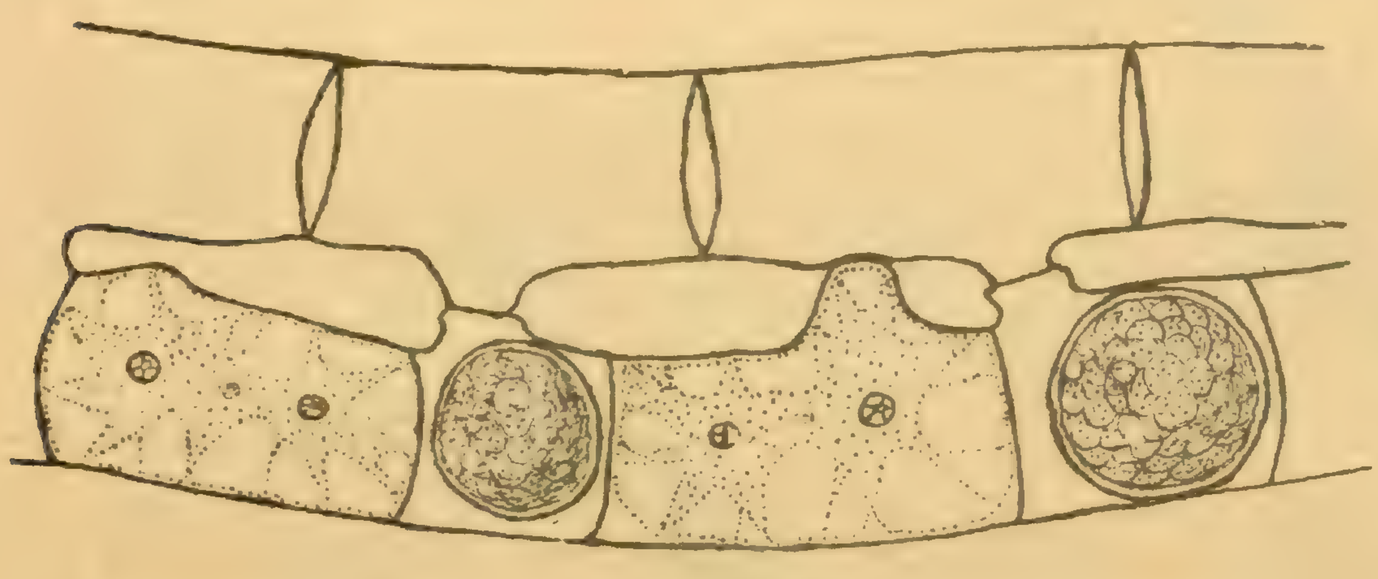


Fig. 6. Kopulation einer Zygnema, bei welcher auch die nicht kopulierende Zelle zur Bildung eines Fortsatzes angeregt wurde.

b. Die Arbeit von Haberlandt.

Zur Bestätigung seiner Auffassung, dass chemotropische Reize auf gewisse Entfernung hin die Entstehungs- und Wachstumsrichtung der Fortsätze bedingen, bringt, wie erwähnt, HABERLANDT eine Reihe von Abbildungen. Vergleiche seiner Abbildungen mit eigenen Objekten liessen mich zu der Anschauung kommen, dass alle die abgebildeten Stadien zwar vorkommen, dass aber ihr Zustandekommen eine andere Erklärung finden muss, als HABERLANDT sie gibt.

In Fig. 7 sehen wir eine Zeichnung von HABERLANDT, in welcher zwei Zellen eines Fadens Kopulationsschläuche gebildet haben, obwohl der korrespondierende Faden fehlt. Dieser ist, wie auch HABERLANDT annimmt, durch irgendwelche Ursachen fortgerissen. Damit ist aber gesagt, dass wir von der Entstehung der Kopulationsschläuche nichts wissen. Nicht dass Schläuche ohne korrespondierenden Faden weiterwachsen, ist für unsere Untersuchung wesentlich, sondern durch welchen Reiz ihre Anlage bedingt ist. Dieser aber gieng von dem fehlenden Faden aus, der von HABERLANDT nicht beobachtet wurde.

Fig. 7. Ausgewachsene Kopulationsschläuche nach unterbliebener Kopulation (Nach Haberlandt).

Solche mechanischen Eingriffe in den Kopulationsakt, durch welche die sich zur Kopulation anschickenden Fäden entweder ganz voneinander getrennt oder in eine andere Lage zueinander gebracht werden, treten in freier Natur sicher oft ein, sei es durch Wellenschlag, Strömungen, Bewegung von Tieren oder andere Störungen. Noch häufiger aber werden solche gewaltsame Trennungen im Laboratorium bewirkt, wo sie vor allem in den ersten Stadien der Kopulation durch Erschütterungen der Gefässe verursacht werden. Dass nach Aufhören der Reizung das Wachstum nicht auch stillsteht, ist eine Erscheinung, wie sie bei Pflanzen häufig beobachtet werden kann. So hat in dem von HABERLANDT abgebildeten Falle das Wachs-

tum der Schläuche, welches ursprünglich durch die Berührung mit einem anderen Faden angeregt worden ist, erst allmählig sein Ende gefunden. Ob Fortsätze wie die von HABERLANDT beschriebenen noch ein zweites mal kopulieren können, ist vorläufig nicht zu sagen.

Gleichfalls auf eine Änderung in der lage der Fäden zueinander, die durch Störung von aussen bedingt wurde, muss die nach HABERLANDT wiedergegebene Fig. 8 erklärt werden. Dies beweisen die "blind" wachsenden Fortsätze der Zellen b_1 und e_1 und die Tatsache, dass der Fortsatz an Zelle a_1 auf der dem Beobachter abgewandten Seite angelegt ist. Diese Verlagerung hatte zur Folge, dass die Ansatzstellen der Fortsätze der Zellen d und d_1, a und a_1 nicht direkt gegenüberliegen, sodass der Kopulationskanal in eine schräge Lage gebracht wurde. Solche Fälle, in denen die Fäden während der Kopulation gegeneinander verschoben sind, kann man fast in jedem kopulierenden Material beobachten.

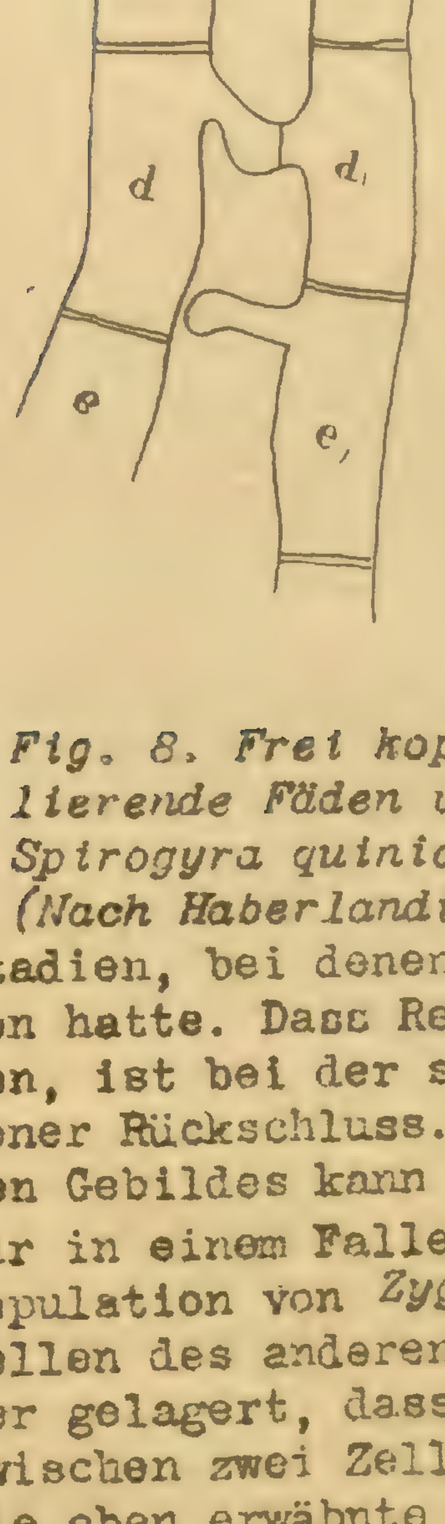


Fig. 8. Frei kopulierende Fäden von Spirogyra quinia. (Nach Haberlandt)

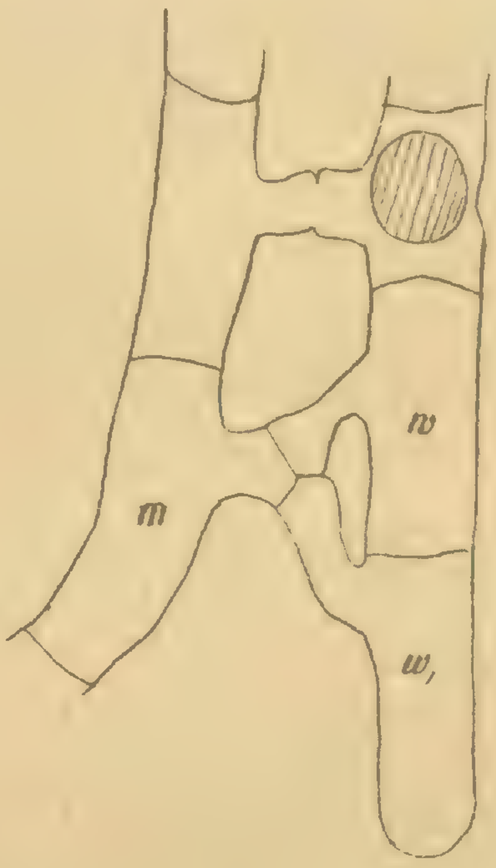


Fig. 9. Kopulation einer Zelle eines Fadens (m) mit 2 Zellen (w u. w_1) eines anderen Fadens. (Nach Haberlandt)

Weiter bringt HABERLANDT unter seinen Abbildungen (Fig. 9) eine Zeichnung, in der die Kopulation einer ihren Inhalt abgebenden Zelle mit zwei Zellen, die (wie aus einer in demselben Faden gebildeten Zygote ersichtlich ist) als aufnehmende funktionieren, dargestellt ist. Er fügt in der Erklärung hinzu, dass die Kopulationsschläuche der letzteren Reizkrümmungen ausgeführt haben. Auf den ersten Blick mag das einleuchten, und diese Tatsache der hier vorgetragenen Auffassung zu widersprechen scheinen. Doch auch in Fällen wie diesen lässt sich ohne Schwierigkeit nachweisen, dass eine Berührung die Ursache für das Zustandekommen dieser abnormen Bildung gewesen ist. Auch ich fand mehrfach ähnliche Verbindungen in meinem Untersuchungsmaterial. Doch waren dies, ebenso wie in der von HABERLANDT wiedergegebenen Abbildung, fast stets Kopulationsstadien, bei denen das Wachstum der Verbindungsschläuche bereits sein Ende gefunden hatte. Dass Reizkrümmungen zur Bildung jener doppelten Verbindung geführt haben, ist bei der schrägen Lage der Schläuche ein naheliegender, aber nicht bewiesener Rückschluss. Nur eine Beobachtung der Entstehung und Entwicklung des abnormen Gebildes kann zu einer richtigen Deutung führen. Eine solche Beobachtung war mir in einem Falle möglich. Figur 10 bringt ein frühes Entwickelungsstadium einer Kopulation von *Zygnema*, wo sich ebenfalls eine Zelle des einen Fadens mit zwei Zellen des anderen verbindet, und zwar waren die Zellen ursprünglich so zueinander gelagert, dass die Mitte der Zelle des einen Fadens gerade auf die Querwand zwischen zwei Zellen des anderen Fadens traf und beide Zellen berührte. Nun trat die oben erwähnte Erscheinung ein, da dadurch diese beiden Zellen so gereizt wurden, dass jede zur Bildung eines Fortsatzes schritt. Das Endstadium der Kopulation stimmt in diesem Falle im wesentlichen mit dem von HABERLANDT abgebildeten überein.

Zur Deutung der übrigen Unterschiede, die zwischen HABERLANDT's und meinen Beobachtungen bestehen, fehlen mir die notwendigen Unterlagen, die nur durch entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen zu gewinnen wären. Doch zeigen die ange-

führten Beispiele genügend, dass sich auch die von HABERLANDT veröffentlichten Abbildungen zwanglos aus meiner durch entwickelungsgeschichtliche Untersuchung gewonnenen Auffassung erklären lassen.

5. *PHYSIOLOGISCHE UND ÖKOLOGISCHE DEUTUNG.*

Zum Schluss dieses Abschnittes sei noch der Versuch gemacht, zu einem Verständnis der physiologischen und ökologischen Bedeutung des beschriebenen Vorganges zu gelangen. HABERLANDT und KLEBS suchen die hier besprochene Erscheinung in die Reihe der Tropismen einzuordnen und glauben mit Chemotropismus ihr Wesen gekennzeichnet zu haben. Da nun aber eine Gestaltänderung und keine chemotropischen Krümmungen vorliegen, ist die richtige Bezeichnung nicht Tropismus, sondern Morphose. Wir haben nun zwar auf den vorhergehenden Seiten von Berührungsreiz gesprochen, doch ist klar, dass wir es nicht mit einer Thigmomorphose zutun haben, wie sie etwa bei der Ausbildung der Haftorgane von Vitaceen, Algen oder Pilzen zu beobachten ist. Bei diesen genügt eine Berührung mit einem festen Gegenstand als organbildender Reiz. Ein solcher mechanischer Kontakt ruft bei den *Zygnemales* aber keinerlei Kopulationsfortsätze hervor. Es handelt sich bei ihnen und den Mucorineen um einen weit komplizierteren Vorgang.

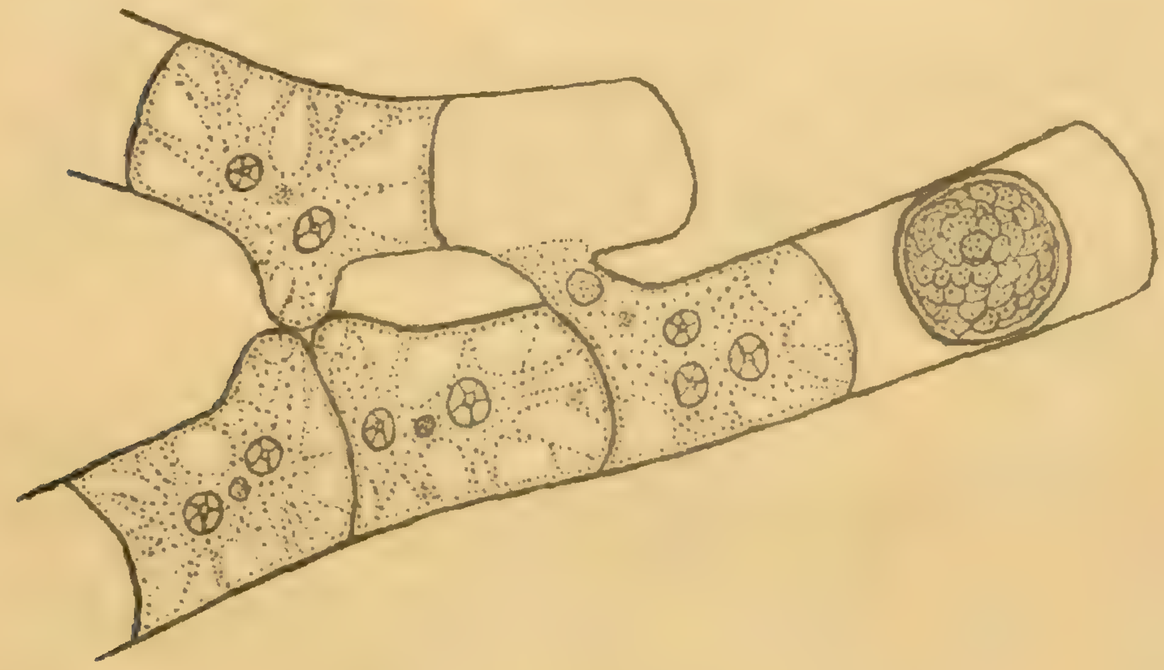


Fig. 10. Frühes Kopulationsstadium von drei kopulierenden Zellen eines Zygnema.

Damit es zur Ausbildung von Kopulationsfortsätzen kommt, genügt es keineswegs, dass man zwei *Zygnemales*-Fäden so nebeneinander legt, dass sie sich eng berühren. Erst wenn ein gewisser geschlechtlicher Reifezustand erreicht ist, können zwei Fäden miteinander in Verbindung treten. Eine wesentliche Vorbedingung dieser Reife scheint der Ernährungszustand zu sein. Werden Spirogyren längere Zeit unter ungünstigen Lebensbedingungen gehalten, so wird offenbar die Kopulationsmöglichkeit ausserordentlich verringert. In solchen Fällen können wir sehen, dass nur ganz wenige Zellen eines Fadens trotz gleichmässiger Berührung sämtlicher Zellen zur Ausbildung von Fortsätzen befähigt sind. Diese wenigen Zellen vermögen dies auch nur mit Hilfe der Nachbarzellen zu bewirken, indem sie diesen die zur Kopulation notwendigen Nährstoffe entziehen, wie man deutlich an der stärkeren Grünfärbung, grösseren Chromatophoren

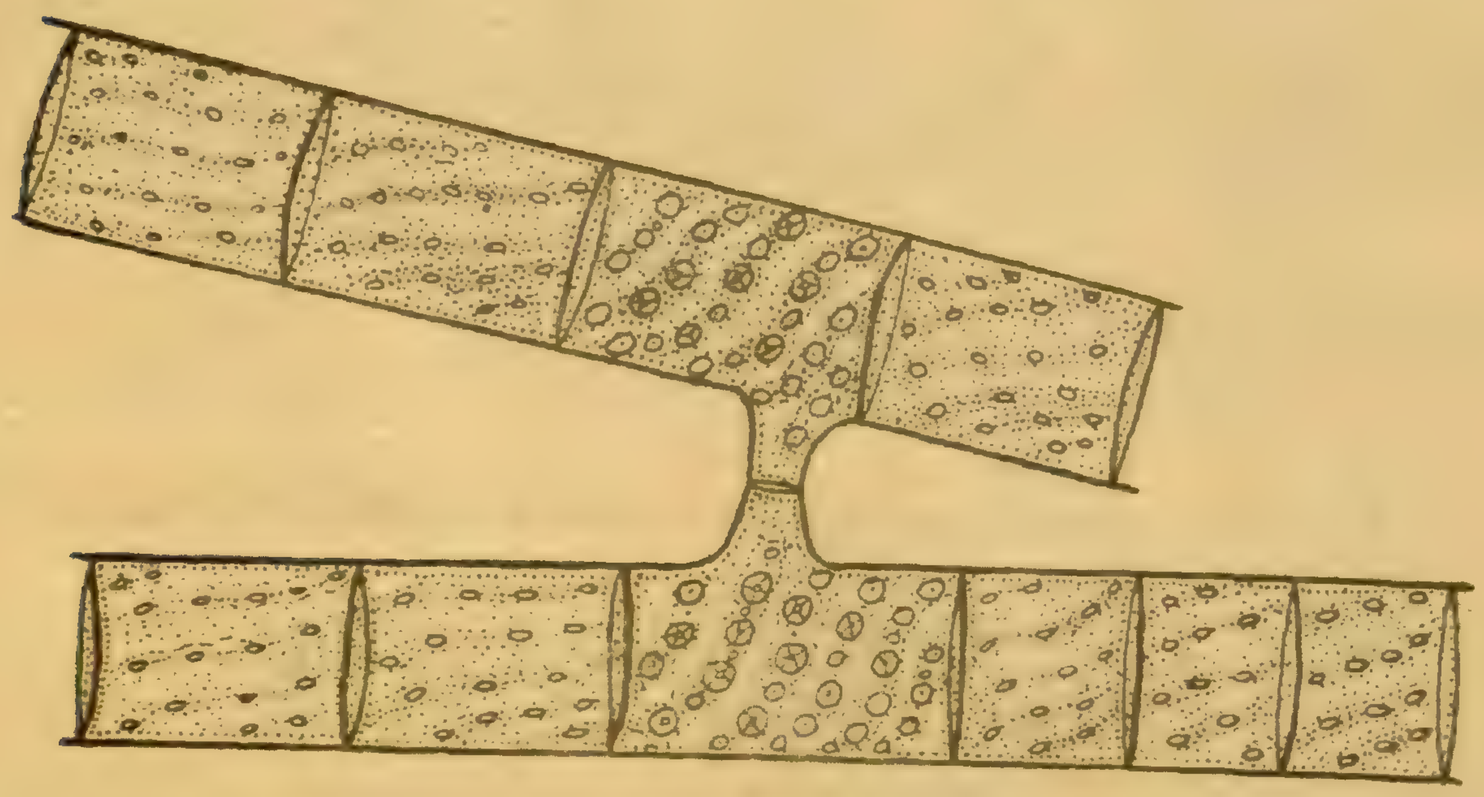


Fig. 11. Kopulation von Spirogyra crassa. Die kopulierenden Zellen zeigen grössere und zahlreichere Pyrenoide als die übrigen Zellen.

und Pyrenoiden der kopulierenden Zellen erkennen kann (Fig. 11).

Trotzdem der Ernährungszustand der Fäden für die geschlechtliche Fortpflanzung der *Zygnemales* grosse Bedeutung zu haben scheint, gelang es mir nicht, durch bestimmte Versuchsanordnungen, so u.a. durch Verbesserung der Ernährungsbedingungen, Kopulationen auszulösen. Ich schliesse mich hier der Ansicht von COPELAND (22) und BENECKE (23)an, nach welcher der Zeitpunkt der geschlechtlichen Reife der Spirogyren in erster Linie durch eine auf innern Ursachen beruhende Periodizität bedingt ist.

Wenn man den Kopulationsvorgang der *Zygnemales* mit dem Sexualakt von Algen wie *Chlamydomonas, Pandorina, Ulothrix, Aphanochaete* u.a. vergleicht, die im Wasser frei schwärmende Gameten ausbilden, sodass der Geschlechtsakt ausserhalb des Gametangiums stattfindet, sieht man, dass die *Zygnemales* mit ihren Geschlechtszellen sehr sparsam arbeiten. Denn bei jenen Algen geht stets eine gross Anzahl von Gameten, weil sie keinen Partner treffen, zugrunde. Um dennoch die geschlechtliche Fortpflanzung zu sichern, wird für die betreffenden Organismen eine erhöhte Produktion von Geschlechtszellen notwendig. Bei den *Zygnemales* dagegen werden erst, wenn durch die Berührung die Anwesenheit des Partners sich angezeigt hat, Geschlechtszellen gebildet. Dies gilt in gleicher Weise für die Mucorineen und wir dürfen annehmen, dass die hier bestehende Convergenzerscheinung sich nicht zufällig, sondern als eine sparsamen Materialverbrauch gewährleistende vorteilhafte Eigenschaft herausgebildet hat.

(Fortsetzung des II. Teils im folgenden Heft.)

Additamenta monographica 1922.

Auctore CARL MEZ.

(Fortsetzung von Seite 212.)

Rapanea acrosticta Mez nov. spec. - Arbor usque ad 20-metralis ramulis crassiusculis, cum gemmis glaberrimis; cortice brunneo. Folia petiolis ad 10 mm longis, canaliculatis stipitata, oblonga, basi sensim acuta, apice plus minus anguste rotundata vel nonnunquam valde obscure latissimeque acuminata, rigida, integerrima, glaberrima, opaca, utrinque prominulo-costata, punctulis atris permultis praesertim in apice creberrimis picta, ad 75 mm longa et 25 mm lata. Inflorescentiae breviter cylindrico-strobiliformes, permultiflorae, petiolos subaequantes; pedicellis gracilibus, ad 4 mm longis. Flores glabri, ad 2 mm longi , stricte 4-meri; sepalis medium usque connatis, lobis latissime ovatis semiorbicularibus, latissime rotundatis, margine densiuscule ciliolatis, haud punctatis. Petala non nisi florum masculorum cognita basi brevissime vel vix connata, elliptica, dorso margineque densissime papillosa, acutiuscula, haud punctata. Antherae floris masculi maximae, ellipticae, apice rotundatae, totae brevissime papillosae. Ovarium floris masculi satis reductum, ovoideum, stigmate conico; florum foemineorum fecundatorum glaberrimum stigmate maximo, insigniter farciminiformi. Bacca parva, laevis, dense punctato-picta.

Neu-Guinea, Kaiserin-Augusta-Fluss-Expedition, Hunsteingebirge (Ledermann nr. 8510, 8511), Hunsteinspitze (Ledermann nr. 10953), Felsspitze (Ledermann nr. 12506 e.p.). - Et haec *Rapaneae Hasseltii Mez* accedit.

Rapanea laccata Mez nov. spec. - Arbor usque ad 20-metralis ramulis validis, cum gemmis glaberrimis. Folia petiolis usque ad 10 mm longis sueto satis brevioribus, inciso-canaliculatis stipitata, oblongo-lanceolata, basin versus sensim acuta, apice anguste rotundata, haud manifestius acuminata, rigidula, integerrima, glabra, supra laccato-nitida subtus opaca, utrinque costis lineato-prominulis praedita cet. supra nunc laevia nunc minutissime scrobiculata, punctis multis atris praesertim ad apicem subtus permanifestis picta, ad 70 mm longa et 25 mm lata. Inflorescentiae non nisi defloratae et fructiferae cognitae breviter cylindrico-strobilaceae, flores 4-meros multos (ad 10) pedicellis gracilibus usque ad 4 mm

longis stipitatos gerentes, glaberrimae, petiolos paullo superantes. Sepala fere medium usque connata, lobis late ovatis, rotundatis. margine bene ciliolatis, punctis atris conspersis. Stigmata in fructibus immaturis elongata, optime farciminiformia. Baccae globosae, parvae, dense punctis magnis atris pictae.

Neu-Guinea, in den Wäldern des Ito-Gebirges (Schlechter nr. 18003), Kaiserin-Augusta-Fluss-Expedition, Hunsteinspitze (Ledermann nr. 11120, 11301). - *Rapaneae papuanae Mez* affinis species.

Rapanea guilhelmina Mez nov. spec. - Arbor usque ad 10-metralis ramulis gracilibus, teretibus, glabris. Folia petiolis usque ad 7 mm longis, inciso-canaliculatis stipitata, anguste elliptica, basi acuta apice eleganter acuminata, integerrima, glaberrima, supra sublaevia in sicco brunnea subtus densissime prominenter reticulata conspicue pallida, rigidula, ad 0,13 m longa et 35 mm lata, punctulis lineolisve manifestioribus plane destituta. Inflorescentiae haud involucratae, nodulis minutis insidentes plane sessiles, 5 - 12-florae, glaberrimae, petiolos paullo superantes; pedicellis gracilibus, ad 7 mm longis. Flores 3 mm longi, normâ 4-meri, glabri; sepalis basi brevissime connatis, subtriangularibus, acutiusculis, margine minutissime distanterque ciliolatis, haud pictis. Petala (mascula per anthesin valde recurvo-patentia) basi breviter sed permanifeste connata, elliptico-lingulata, acutiuscula, dorso margineque papillosa intus nuda subnitidaque, antheras in 1/3 altit. affixas gerentia, haud picta. Antherae floris masculi maximae, ellipticae, acutiusculae, dorso haud punctatae. Ovarium floris masculi reductum sterileque, glaberrimum, stylo nullo; stigmate minuto, capitellato; stigma ovarii foeminei non nisi jam fecundati auctique cognitum plane sessile, breviter depresseque capituliforme, lobatum.

Neu-Guinea, Kaiserin-Augusta-Fluss-Expedition, Hunsteinspitze (Ledermann nr. 10972, 11266), Schraderberg (Ledermann nr. 11683), Felsspitze (Ledermann nr. 12717). - Intime *Rapaneae leucanthae K. Schum.* et cum illa *R. platystigma Mez* accedit.

Rapanea rhynchophylla Mez nov. spec. - Frutex parvus usque ad 2-metralis ramulis gracilibus, teretibus, cum gemmis glaberrimis, demum cortice atro obtectis. Folia petiolis usque ad 7 mm longis, inciso-canaliculatis stipitata, anguste elliptica, basi longiuscule acuta, apice acumine tenuissime acutissimo insignia, rigida, glabra, integerrima, supra laevia subtus subscrobiculata et hic lineis glandulosis brevibus crassisque picta, ad 0,11 m longa et 30 mm lata. Inflorescentiae perpauciflorae, brevissime tuberculiformes; pedicellis gracilibus, ad 5 mm longis. Flores non nisi deflorati foeminei cogniti 4-meri; sepalis fere omnino liberis, ex elliptico acutiusculis, margine vix ciliolatis, haud pictis. Ovarium fecundatum glaberrimum, subglobosum, stigmate depresso, capituliformi.

Neu-Guinea, Kaiserin-Augusta-Fluss-Expedition, am Schraderberg (Ledermann nr. 11838, 11844, 11590, 12104). - Et haec *Rapan. leucanthae K. Schum.* valde affinis.

Rapanea membranifolia Mez nov. spec. - Ramuli graciles, cum gemmis glaberrimi. Folia petiolis vix ultra 5 mm longis stipitata, anguste elliptica, basi acuta apice acuminata, integerrima, glabra, tenuiter membranacea, nitidula, laevia, punctulis minutis atris consita, ad 90 mm longa et 30 mm lata. Inflorescentiae minutissime tuberculiformes, usque ad 5-florae, e foliorum delapsorum axillis provenientes; pedicellis teneris, ad 4 mm longis. Flores non nisi masculi cogniti ad 2,5 mm longi, glabri, 4-meri; sepalis basi breviter connatis, latiuscule triangularibus, margine nullo modo ciliatis, punctis minutis brunneis pictis. Petala per anthesin revoluta, basi breviter connata, lanceolata, intus dense papillosa, haud punctata. Antherae elliptcae, acutiusculae, dorso haud maculatae. Ovarium satis reductum, ovoideum, glabrum, stigmate capituliformi, lobuloso.

Neu-Guinea, in Wäldern des Finisterre-Gebirges (Schlechter nr. 17993). - Praecedentibus binis affinis.

Verlag von Prof. Dr. Mez, Königsberg Pr., Besselplatz 3. - Kommissionsverlag des Repertoriums, Prof. Dr. Fedde, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49. - Steindruck von A. Wilutzky, Königsberg Pr.

B O T A N I S C H E S A R C H I V .

Zeitschrift für die gesamte Botanik.

Herausgegeben von Dr. CARL MEZ,

Professor d. Botanik a. d. Univers. Königsberg.

II. Band, Heft 6.

Ausgegeben am 15. Dezember 1922.

Verlag des Herausgebers, Königsberg Pr., Besselplatz 3 (an diese Adresse alle den Inhalt d. Zeitschrift betreffenden Zuschriften). - Kommission: Verlag d. Repertoriums, Berlin-Dahlem, Fabeckstr. 49 (Adresse für den Bezug d. Zeitschrift).
Alle Rechte vorbehalten. Copyright 1922 by Carl Mez in Königsberg.

Ueber den Kopulationsakt und die Geschlechtsverhältnisse der Zygnemales.

Von HANS HEMLEBEN (Erlangen).

(Fortsetzung von Seite 259.)

II. DIE GESCHLECHTSVERHÄLTNISSE DER ZYGNEMALES.

Fast alle Arbeiten, die sich mit der Morphologie, Physiologie oder Cytologie der *Zygnemales* eingehender befassen, gehen - wenn auch meist kurz - auf deren Geschlechtsverhältnisse ein. Trotzdem wurde erst vor wenigen Jahren zum ersten mal durch CUNNINGHAM (9) in einer Arbeit über die Sexualität von *Spirogyra* der Versuch gemacht, durch Studium der ihm vorliegenden Literatur und durch Deutung eines von ihm gefundenen und bislang als normal nicht bekannten Kopulationsmodus die gesamten Geschlechtsverhältnisse der Spirogyren mit einheitlicher Fragestellung zu erörtern. Da er aber zur Lösung des Problems zum Teil die Resultate, welche durch die Forschung auf dem Gebiet der Geschlechterverteilung und Gechlechtsbestimmung (STRASBURGER, CORRENS) in den letzten Jahrzehnten erarbeitet sind, ausser acht lässt, kommt er zu keiner eigentlichen Klärung. Dies lässt ein erneutes Eingehen auf diesen Gegenstand notwendig erscheinen.

I. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN.

Zunächst soll, gerade im Hinblick auf die Arbeit von CUNNINGHAM, dem speziellen Teil eine allgemeine Begriffsbestimmung vorausgeschickt werden. Nach den heute vorliegenden Untersuchungen und den aus ihnen gewonnenen Resultaten dürfte es keinem Zweifel unterliegen, dass das Geschlecht ebenso wie die Grundlagen für alle anderen Eigenschaften an die Chromosomen als Vererbungsträger gebunden ist und somit den Vererbungsgesetzen unterliegt. In der Sprache der Vererbungslehre nennen wir das, was bezüglich des Geschlechtes vererbt wird, die genotypische Grund-

lage der geschlechtlichen Eigenschaften. Durch sie sind die inneren Bedingungen für die Geschlechtsbestimmung gegeben, auf die nun die äusseren Verhältnisse einen mehr oder weniger starken Einfluss haben können (Geschlechtsbeeinflussung). Erfolgt durch die Vererbung die G e s c h l e c h t s v e r t e i l u n g (CORRENS) nun so, dass ein und dasselbe Individuum Keimzellen mit verschiedener geschlechtlicher Funktion auszubilden befähigt ist, die sich unter Umständen miteinander vereinigen können, so sprechen wir von G e m i s c h t - G e s c h l e c h t i g k e i t. In diesem Falle entstammen die Gameten also ein und demselben Keimling. Haben andererseits die Keimzellen eines Individuums alle die gleiche geschlechtliche Funktion, sodass zur Verschmelzung Gameten von zwei Organismen, die ihren Ursprung in zwei verschiedenen Keimlingen haben, notwendig sind, so haben wir es mit G e t r e n n t - G e s c h l e c h t i g k e i t zu tun. Hierbei ist aber stets mit der Tatsache zu rechnen, dass es sich bei getrenntgeschlechtigen Arten und bei den Geschlechtszellen von Zwittern nie um eine völlige Ausschaltung, ein Nichtvorhandensein, sondern nur um eine Unterdrückung des anderen Gechlechts handelt.

Das geschlechtliche Verhalten eines Organs oder einer Keimzelle wird also durch die vererbten Anlagen und die auf diese einwirkenden Aussenfaktoren bestimmt. In diesem Sinne lässt sich aber kein genauer Zeitpunkt der definitiven Geschlechtsbestimmung eines Organs oder einer Keimzelle angeben. Die Bestimmung der genotypischen Grundlage erfolgt wie bei jeder Vererbubg zugleich mit der Tetradenteilung.

Hiervon ist aber die Bestimmung über das gechlechtsphysiologische Verhalten jeder einzelnen Geschlechtszelle von gemischt-geschlecht igen Arten scharf zu unterscheiden. Durch dieselbe erhält jede Pflanze nur die Fähigkeit, unter normalen Bedingungen entweder männliche oder weibliche oder beiderlei Geschlechtszellen zu bilden. Denn die Entscheidung, ob bei solchen Pflanzen eine Zelle männlich oder weiblich fungieren soll, fällt erst später.

II. DIE SEXUALITÄT DER SPIROGYREN.

a. Allgemeines und Fragestellung.

Bei der Betrachtung der Geschlechtsverhältnisse der *Zygnemales* können wir uns auf die Spirogyren beschränken, da bei ihnen alle Fortpflanzungsarten, die auch bei den übrigen *Zygnemales* bisher beobachtet wurden, vorkommen.

Da bei den Spirogyren, ebenso wie bei den Mucorineen und anderen Pflanzengruppen Grössenunterschiede der Geschlechtszellen meistens nicht wahrzunehmen sind, müssen wir unsere Geschlechtsbezeichnungen ausschliesslich nach dem geschlechtsphysiologischen Verhalten jeder Zelle wählen, durch das sich in der Regel die beiden Geschlechtszellen deutlich unterscheiden, indem der Inhalt der einen Zelle zu dem der anderen hinüberwandert. Dem bisherigen Gebrauche folgend werden wir bei undern Betrachtungen die ihren Inhalt abgebende Zelle als männlich, die aufnehmende, welche später auch die Zygote bidet, als weiblich bezeichnen.

Von den bei den Spirogyren vorkommenden Fortpflanzungsweisen können wir die für einzelne Arten beobachtete Partheno- bezw. Aplanosporenbildung übergehen. Wir wollen nur betonen, dass exakte Beobachtungen über ihr Zustandekommen und ihre Keimung sogut wie gar nicht vorliegen. Alle bisher bekannten Fälle von Partheno-Sporenbildung finden wir in dem Buche von ERNST(20) zusammengestellt. Das gleiche gilt auch für die wenigen bisher festgestellten Fälle von Kreuzungen zwischen zwei verschiedenen *Spirogyra*-Arten. Nur auf die Arbeit von TRANSEAU (24), die nach Herausgabe des Werkes von ERNST erschien, sei hier aufmerksam gemacht.

Bei den Spirogyren kommen zwei Formen der geschlechtlichen Fortpflanzung vor, die wir als seitliche und als leiterförmige Kopulation zu bezeichnen pflegen. Bei Arten, welche seitlich kopulieren, kann die kopulation zwischen zwei Zellen desselben Fadens stattfinden. Es werden bei ihnen also auf ein und demselben Individuum sowohl männliche als auch weibliche Zellen gebildet, sodass es keinem Zweifel unterliegt, dass diese Arten gemischtgeschlechtig sind. Bei genauerer Untersuchung stellt sich aber eine Verschiedenheit in der Lagerung der Geschlechtszellen im

Faden heraus. Es wird unsere Aufgabe sein, diese einheitlich zu deuten. Anders liegen die Verhältnisse bei den Arten, die auf leiterförmige Kopulation, d.h. auf Befruchtung durch Zellen eines anderen Fadens, angewiesen sind. Bei ihnen gilt es zu entscheiden, ob wir es mit einer geschlechtlichen Differenzierung der Fäden zu tun haben, sodass wir berechtigt sind, von Getrenntgeschlechtigkeit zu sprechen Sinddie einen Fäden nur zur Abgabe, die andern nur zur Aufnahme befähigt, oder kann unter Umständen derselbe Faden in dem einen Fall männlich, im anderen weiblich fungieren? Sollte eine derartige Kopulationsform, die wir im folgenden als g e k r e u z t e K o p u l a t i o n bezeichnen werden, häufig auftreten, so wäre hierin ein Beweis für die Gemischtgeschlechtigkeit auch derjenigen Spirogyren zu erblicken, welche seitlich nicht zu kopulieren vermögen. Die Frage lautet also: S i n d d i e n u r z u l e i t e r f ö r m i g e r K o p u l a t i o n b e f ä h i g t e n S p i r o g y r a - F ä d e n g e m i s c h t - o d e r g e t r e n n t g e s c h l e c h t i g ? - Schliesslich werden wir auf diejenigen Fälle einzugehen haben, in denen beide Formen der geschlechtlichen Fortpflanzung, die seitliche und die leiterförmige Kopulation, miteinder kombiniert sind.

b. Historisches.

Da diese Fragen von den einzelnen Forschern verschieden beantwortet wurden, mag auch hier zunächst ein Überblick über die bislang geäusserten Auffassungen gegeben werden. Einige der im folgenden zitierten Arbeiten waren mir nicht zugänglich. In diesen Fällen stützen sich meine Angaben auf die von CUNNINGHAM.

Als erster und entschiedenster Vertreter derjenigen älteren Autoren, welche sich für die Gemischtgeschlechtigkeit aller *Zygnemales*-Fäden einsetzen, ist VAUCHER (25) zu nennen. Er begründet seine Ansicht auf Beobachtungen, nach welchen zwar gewöhnlich der eine Faden in seiner ganzen Länge als abgebender, der andere als aufnehmender und Zygoten-bildender funktioniert, nach welchen es aber auch vorkommt dass jeder der Fäden nach der Kopulation teils leere, teils Zygoten enthaltende Zellen aufweist. - MEYEN (11) behauptet, Fälle beobachtet zu haben, bei denen die Glieder eines und desselben Fadens miteinander konjugierten, wenn die Enden desselben so gebogen waren, dass sie nebeneinander lagen. Deshalb hält er es für falsch von männlichen und weiblichen Fäden zu sprechen, zumal auch er ausserdem noch Fadenpaare gesehen haben will, von denen je ein Teil der Zellen seinen Inhalt abgibt, der andere Zygoten bildet. Morphologische Differenzierung der Fäden bzw. der Zellen wurde von ihm nicht beobachtet. Ihm schliesst sich v. MOHL an, wenn er nach Besprechung der Frage, ob in der Kopulation der Conjugaten überhaupt ein Befruchtungsprozess zu sehen sei, sagt, dass gekreuzte Kopulation gar nicht selten sei (26). Auch HASSALL hat Kopulationen abgebildet, bei denen sich in beiden kopulierenden Fäden Zygoten befinden, erwähnt sie aber merkwürdigerweise nicht in seinem Text (nach CUNNUNGHAM), obgleich er dort eine allgemeine Beschreibung der *Zygnemales* gibt. Leider gibt er auch nicht an, welche Abbildung nach eigenen Beobachtungen gezeichnet und welche anderen Arbeiten entnommen sind. Diese Übergehung im Text ist umso verwunderlicher, als HASSALL behauptet, die seitliche Kopulation entdeckt zu haben und auf ihr seine Anschauung, dass die Spirogyren geschlechtlich überhaupt nicht differenziert seien, begründet. Das offensichtlich verschiedene physiologische Verhalten der beiden Zell-Inhalte sucht er mit dem Gesetz der allgemeinen Gravitation zu erklären! Weiter finden sich bei BESSEY (27) und WEST (28) Angaben und Abbildungen der oben definierten gekreuzten Kopulation, die nach den Angaben dieser Autoren spontan vereinzelt auftrat, sodass diese Fälle als Beweise gegen die Getrenntgeschlechtigkeit der betreffenden Spirogyren aufgefasst werden können. WEST selbst bezeichnet die 6 von ihm aufgefundenen Fälle allerdings als Abnormitäten. Von neueren Autoren sprechen sich noch OVERTON (18) und KLEBS (19) für die Gemischtgeschlechtigkeit sämtlicher Spirogyren aus. Sie sind der Ansicht, dass der geschlechtliche Charakter einer Zelle bzw. eines Fadens von äusseren Faktoren abhängig sei. Dabei gehen sie von Arten aus, welche sowohl zu seitlicher als auch leiterförmiger Kopulation befähigt sein sollen. Genaue Angaben bzw. Zeichnungen von diesen Arten liegen leider nicht vor.

Andererseits hält die grosse Mehrheit der Botaniker bestimmte *Spirogyra*-Arten für getrenntgeschlechtig, doch weist CUNNUNGHAM mit Recht darauf hin, dass die Vertreter der Getrenntgeschlechtigkeit merkwürdigerweise das Vorhandensein von seitlicher Kopulation in diesem Zusammenhang meist unerwähnt lassen und fast stets nur die Getrenntgeschlechtigkeit betonen. Das eigentliche Problem dürfte wohl häufig gar nicht gesehen sein. - De BARY (1), der in der Kopulation "einen der Befruchtung sich eng anschliessenden Vorgang" sieht, dessen Wesen ein Zusammenwirken von männlichen und weiblichen Formelementen zur Bildung eines entwickelungsfähigen Keimes infolge stofflicher Vermischung sei, beschäftigt sich nicht speziell mit der Möglichkeit gekreuzter Kopulation, doch geht aus seinen Darlegungen ohne weiteres hervor, dass er die leiterförmig kopulierenden *Zygnemales* als getrenntgeschlechtige Formen ansieht. Ihm schliessen sich BENNETT(29) und MURRAY (30)an und auch WOOD (31), COOKE (32) und WOLLE (33) sprechen von getrenntgeschlechtigen Spirogyren. MOTTIER (34) sieht einen Beweis für diese Auffassung in der Beobachtung, dass Fäden nicht mit sich selbst zu kopulieren vermögen. - Entscheidend können solche negativen Beobachtungen natürlich nicht sein. DE TONI (35) übergeht wie andere die Möglichkeit gekreuzter Befruchtung ganz. LOTSY (36) weist sowohl auf das verschiedene physiologische Verhalten, als auch auf gewisse morphologische Unterschiede hin, welche für die männlichen und weiblichen Fäden zu beobachten sein sollen. Auch OLTMANNS (2) tritt für eine Unterscheidung von männlichen und weiblichen Fäden ein und spricht ebenfalls von der verschiedenen Durchschnittsgrösse der männlichen und weiblichen Zellen. Das gleiche betont WILLE (37). ROBERTSON (38) hält gekreuzte Kopulation für eine ungewöhnliche Abnormität. YORK (39) fand trotz zahlreicher Untersuchungen niemals Fälle, bei denen in beiden Fäden Zygoten vorhanden waren. In der physiologischen und geringen morphologischen Verschiedenheit will er den Beweis für die Getrenntgeschlechtigkeit der Spirogyren sehen. CLAUSSEN (40), HABERLANDT (8), TRÖNDLE (3, 4) und fast alle andern modernen Forscher entscheiden sich für die Getrenntgeschlechtigkeit der nur zu leiterförmiger Kopulation befähigten Arten. - Trotz diesen zahlreichen Äusserungen ist doch noch bis vor kurzem von keiner Seite eine Klarstellung der gesamten Geschlechtsverhältnisse, wie sie etwa BLAKESLEE (41, 42) für die Mucorineen herbeigeführt hat, versucht worden. Erst CUNNINGHAM (9) bemüht sich zum ersten male, Klarheit auf diesem Gebiet zu schaffen. Wie weit ihm dies gelungen ist, soll erst dann untersucht werden, wenn wir uns selbst eine bestimmte Vorstellung von den Geschlechtsverhältnissen der *Zygnemales* gebildet haben.

c. Die sexuellen Verhältnisse der Spirogyren.

a. Die seitliche Kopulation.

Bei der seitlichen Kopulation, die man auch als "Kopulation über die Wand" bezeichnet hat, liegen die beiden kopulierenden Zellen in der Regel in demselben Faden nebeneinander, der Inhalt der einen wandert zu dem der anderen hinüber. Seit-

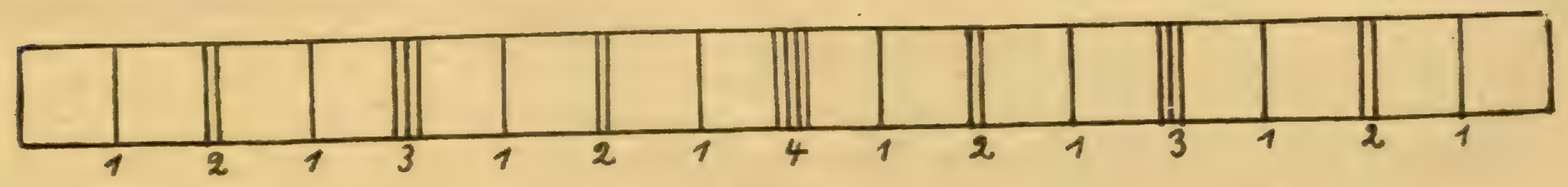


Fig. 12. Schema eines Spirogyra-Fadens. Bei 4 ist die älteste Querwand; die mit 1 gezeichneten Wände sind zuletzt gebildet.

lich von der Querwand wird eine Ausbuchtung der Aussenmembran geschaffen, durch die sich die Plasmamasse der männlichen Zelle hindurchzwängt. Wie wir bereits betonten, besteht kein Zweifel, das wir es bei d i e s e m Kopulationsmodus mit den z w i t t r i g e n F o r m e n zutun haben, die zur Ausbildung von geschlechtsphysiologisch verschieden funktionierenden Zellen befähigt sind. Wir müssen annehmen, dass

der Kern der Zygote sowohl die männlichen als auch die weiblichen Eigenschaften besitzt, und diese dann durch Teilung auf die andern später gebildeten Zellen überträgt. Unter normalen Bedingungen geht die Zellteilung durch regelmässige Zweiteilung der Zellen vor sich. Aus der Dicke bzw. der Faltung der Membranen, in welcher sich die zuerst angelegten von den späteren Querwänden deutlich unterscheiden, sind die Verwandtschaftsverhältnisse der Zellen untereinander leicht ersichtlich. Das soll Fig. 12, Seite 264 durch ein Schema eines vegetativen Fadens zum Ausdruck bringen. Soll nun geschlechtliche Fortpflanzung eintreten, so muss zu irgend einem Zeitpunkt über das geschlechtsphysiologische Verhalten jeder Zelle entschieden werden.

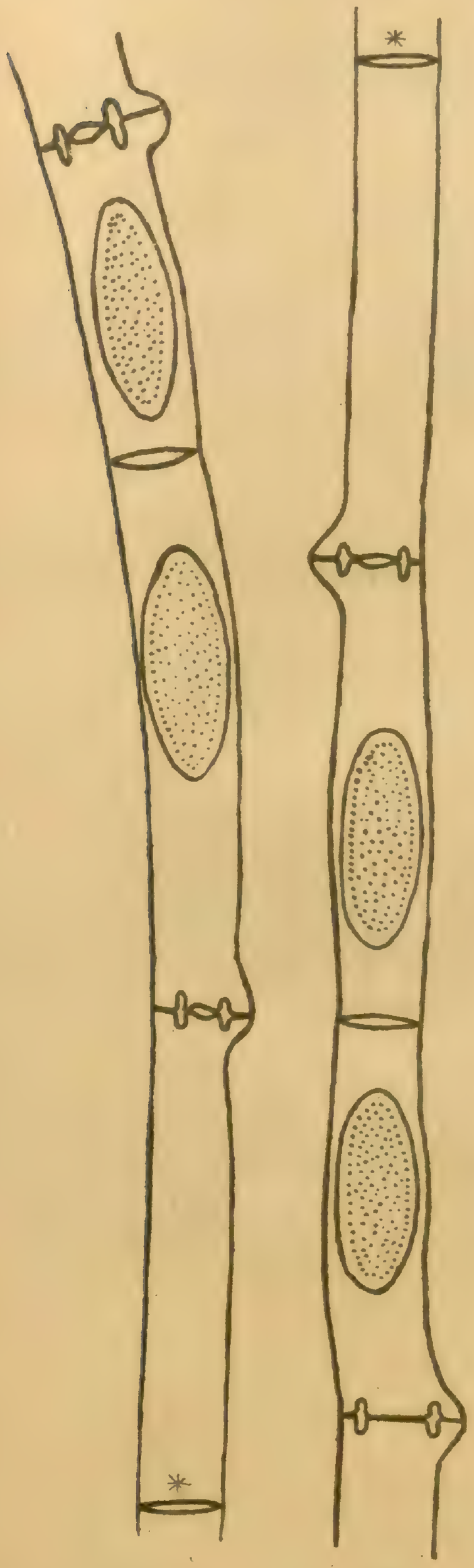


Fig. 13. Eine seitlich kopulierende Spirogyra, deren Geschlechtsbestimmung normal erfolgt ist.

Findet die Kopulation statt, so sehen wir, dass in der Regel zwei männliche mit je zwei weiblichen Zellen abwechseln (Fig. 13). Untersuchen wir diese auf ihre Verwandtschaftsverhältnisse, so finden wir, dass immer die beiden gleichgeschlechtigen Zellen ein und derselben Mutterzelle entstammen, die Kopulation dagegen zwischen zwei Zellen stattfindet, die aus verschiedenen Teilungen hervorgegangen sind. Zeichnen wir dies in unser obiges Schema (Fig. 12) hinein, so erhalten wir eine Gliederung des Fadens, wie sie Fig. 14 zeigt. Über die geschlechtliche Funktion einer jeden Zelle muss demnach k u r z v o r d e r l e t z t e n T e i l u n g entschieden worden sein. Die aus einer Mutterzelle entstehenden Schwesterzellen zeigen das gleiche geschlechtsphysiologische Verhalten.

Gewissen Beobachtungen (TRÖNDLE) zufolge scheint die Bestimmung über das geschlechtsphysiologische Verhalten jeder Zelle nicht simultan im ganzen Faden zu geschehen, sondern von bestimmten Punkten auszugehen, die in ihrer Entwickelung wahrscheinlich am weitesten vorgeschritten sind. Von diesen Stellen pflanzt sich die Bestimmung nach beiden Seiten hin in der Weise fort, dass immer abwechselnd eine Zelle männlichen, die nächste weiblichen Charakter erhält. Geschieht dies zugleich von mehreren Punkten eines Fadens aus, so können Komplikationen auftreten, durch welche die Regelmässigkeit, mit der nach der letzten Teilung immer zwei männliche und zwei weibliche Zellen miteinander abwechseln, unterbrochen wird. Nehmen wir z.B. an, dass in dem Schema Fig. 15 zwei Zellpaare - die Zellen a und a_1 und z und z_1 als weiblich - bestimmt werden . Wenn nun von ihnen aus seitlich fortschreitend die Bestimmung von je 2 Nachbarzellen in der Weise erfolgt, dass nacheinander immer je 2 Zellen verschiedenen geschlechtsphysiologischen Charakter erhalten, so werden an der Stelle x vier Zellen mit gleicher, und zwar männlicher Geschlechtsfurktion nebeneinander entstehen, von denen die beiden mittleren naturgemäss von der Kopulation aufgeschlossen sind.

Ähnliche Uregelmässigkeiten können durch Verlettungen oder Knickstellen des Fadens zustandekommen. Befindet sich zwischen gesunden Zellen eines Fadens eine

abgestorbene, so wird diese naturgemäss der successiv verlaufenden Bestimmung des geschlechtsphysiologischen Verhaltens ein starkes Hindernis entgegenetzen und eine Übertragung überhaupt unmöglich machen.

Fig. 14. Schema einer seitlich kopulierenden Spirogyra, deren Geschlechtszellen regelmässig angeordnet sind.

Doch auch hierdurch ist die Reihe der von der Norm abweichenden Fälle noch nicht erschöpft. Wir nahmen an, dass nach der Bestimmung über das sexualphysiologische Verhalten jeder Zelle noch e i n e Zellteilung stattfindet, sodass immer

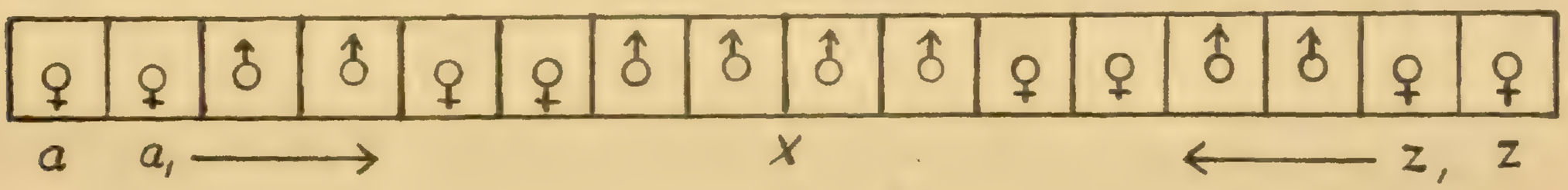


Fig. 15. Schema eines Fadens, bei dem die Bestimmung des geschlechtsphysiologischen Verhaltens von zwei Zellen ausgieng.

je zwei Schwesterzellen das gleiche Geschlecht besitzen. - Nun kann aus irgend einem Grunde die letzte Zellteilung unterbleiben, sodass nur je eine Zelle gleichen Geschlechts entsteht (Fig. 16), oder aber der Teilungsprozess setzt sich fort

Fig. 16. Ein Faden von Spirogyra Sréeiana,, bei welcher die Zellteilung nach der Geschlechtsbestimmung unterblieben ist (schematisiert nach Tröndle).

und anstelle von 2 entstehen 4 (Fig. 17), 8, 16 Zellen, die alle das gleiche Geschlecht besitzen. Fälle, bei denen in einem Faden mehr als zwei Zellen gleichen Geschlechts aufeinander folgten, wurden mehrfach beobachtet (z.B. TRÖNDLE, CUNNINGHAM). Durch diese verschiedenen Abweichungen von der einfachen Teilung nach

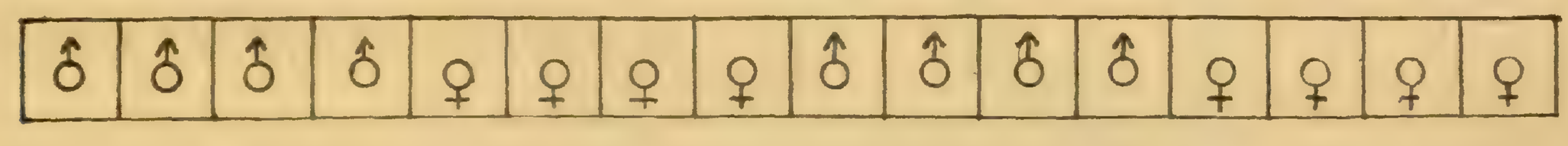


Fig. 17. Schema eines Fadens, bei dem nach der Geschlechtsbestimmung noch zweimal Zellteilungen stattgefunden haben.

der Bestimmung über das sexualphysiologische Verhalten jeder Zelle lassen sich alle übrigen theoretisch denkbaren Fälle verstehen, wenn es sich auch nicht feststellen lässt, welches die Ursache in jedem Einzelfall gewesen ist.

b. Die leiterförmige Kopulation.

Die zweite Kopulationsform der Spirogyren wird zumeist als leiterförmige bezeichnet. Zwei Fäden legen sich, wie im ersten Teil dieser Arbeit beschrieben wurde, mit ihren Längsseiten aneinander. Je zwei gegenüberliegende Zellen verbinden

sich durch einen Kopulationskanal, durch welchen der Zellinhalt der männlichen zu dem der weiblichen hinüberwandert. Diese Kanalverbindungen geben dann gleichsam wie die Sprossen einer Leiter den Fäden das leiterförmige Aussehen.

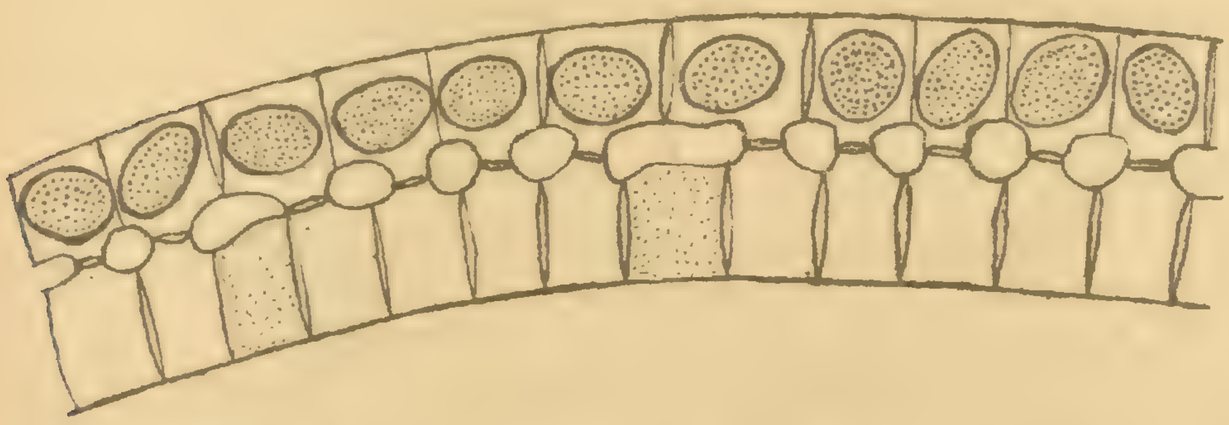


Fig. 18. Kopulation von zwei Fäden von Spirogyra crassa.

Fig. 18 gibt 2 Fäden (*Spirogyra crassa*) wieder, die in dieser Weise kopuliert haben. Wir sehen, dass bis auf zwei Zellen, die von der Kopulation ausgeschaltet wurden weil sie keinen Partner gefunden hatten, alle Zellen des einen Fadens leer, während sämtliche des andern mit Zygoten versehen sind. Diese Tatsache legt uns nahe, von männlichen und weiblichen Fäden zu sprechen. Wir sahen aber in dem geschichtlichen Teil dieses Abschnittes, dass gerade gegen diese Anschauung sich verschiedene Autoren wenden. Weitere Klärung ist deshalb notwendig.

Um festzustellen, ob die Mycelien bestimmter Mucorineen geschlechtlich differenziert seien, züchtete sich BLAKESLEE aus zwei solchen Mycelien, die miteinander Zygoten gebildet hatten, Reinkulturen. Da morphologisch zunächst keine Unterschiede festzustellen waren, bezeichete er willkürlich das eine als+Mycel, das andere als -Mycel. Die Abkömmlinge eines jeden Mycels bildeten unter sich keine Zygoten, wohl aber mit den Abkömmlingen des anderen Mycels. BLAKESLEE schloss daraus, dass die Mycelien geschlechtlich differenziert seien. Brachte er nun weitere Mycelien der gleichen Art, die nicht aus den gleichen Reinkulturen hervorgegangen waren, mit seinen + und - Mycelien zusammen, so war nach der Annahme einer geschlechtlichen Differenzierung zu fordern, dass diese andern Mycelien entweder mit den + oder mit den - Stämmen zur Zygotenbildung schreiten, nie aber mit beiden. Dies war auch der Fall. Dadurch hatte er einen exakten Beweis für die geschlechtliche Differenzierung der Mucorineen geliefert und sich gleichzeitig durch sein Ausgangsmaterial gewissermassen einen Probierstein für die Prüfung des geschlechtsphysiologischen Verhaltens eines jeden Mycels dieser Art geschaffen.

An einem Beispiel mag dies kurz erläutert werden. Wir haben die Myce lien a, b, c und d. Wir stellen fest, dass a und b, c und d als auch c und b miteinander Zygoten bilden können. Liegt tatsächlich eine geschlechtliche Differenzierung vor, so muss es auch unbedingt zwischen a und d zum Geschlechtsakt kommen. Es besitzen also a und c das eine, b und d das andere Geschlecht. Sie können keine Zygoten miteinander bilden. - Diese Versuche lassen sich natürlich durch weitere Heranziehung von Mycelien beliebig ausdehnen.

Leider ist es, wenigstens einstweilen, nicht möglich, auf d i e s e Weise den Beweis für die geschlechtliche Differenzierung der nur leiterförmig kolulierenden Spirogyren zu erbringen. Jedenfalls sind sämtliche Versuche, die in dieser Richtung unternommen wurden, gescheitert. Die Kultivierungs-Schwierigkeiten, die diesem Verfahren, das auf der Züchtung von Einzelfäden zu Watten beruhen müsste, sich entgegen setzen, sind ganz erhebliche. Für diese Versuche sind grosse Spirogyra-Arten (wie *Sp, crassa*) der leichteren Verfolgung des Geschlechtsaktes wegen besonders geeignet. Doch kann ich nur die Angaben zahlreicher *Spirogyra*-Forscher bestätigen, dass gerade diese Arten Kultivierungsbestrebungen ausserordentlichen Widerstand leisten. Auch Versuche mit Mischkulturen gelangen mir nicht.

Hier kommt uns nun die Natur gewissermassen zu Hilfe. Das was BLAKESLEE mit vieler Mühe durch seine Reinkulturen für die Mucorineen erreichte, können wir unter Umständen bei jeder Materialentnahme von am Standort kopulierenden Spirogyren vorfinden. Die leiterförmige Kopulation ist keineswegs auf zwei Fäden beschränkt. Fälle, in denen drei Fäden miteinander durch Kopulationskanäle verbunden sind, sind durchaus nicht selten. Theoretisch ist die Zahl der miteinander kopulierenden Fäden überhaupt nicht begrenzt, doch können wir feststellen, dass Fälle, in denen 5 oder 6 Fäden zugleich miteinander kopulieren, bereits sehr selten sind.

Analog den Versuchen mit den Mucorineen müssen wir, wenn tatsächlich geschlechtliche Differenzierung der Fäden vorliegt, fordern, dass alle Zellen ein und desselben Fadens bei der Kopulation mit verschiedenen anderen Fäden stets gleich geschlechtlich funktionieren. Wenn also sich ein Faden a einem Faden b gegenüber als weiblich erwiesen hat, so muss er sich auch den Fäden c und d gegenüber weiblich verhalten, falls es mit diesen zur Kopulation kommt. Tritt dies ein, so ist weiter zu fordern, dass anderseits b, c und d nicht miteinander kopulieren können. Sehen wir uns daraufhin solche Kopulationen zwischen mehreren Fäden an, so können wir tatsächlich feststellen, dass **s t e t s** diese Forderungen erfüllt werden. Figur 19 zeigt eine Kopulation, an welcher drei Fäden beteiligt sind. Acht Zellen des Fadens a haben so kopuliert, dass fünf ihren Inhalt nach dem Faden b und drei nach dem Faden c abgegeben haben, d.h. in allen Fällen männlich funktionierten. Das Fadenstück a ist also männlich, die Fäden b und c sind weiblich.Noch instruktiver ist die Kopulation in Figur 20. Sieben Fäden sind durch Kopulationskanäle miteinander verbunden. Der Faden a hat mit den Fäden b, c, d und e kopuliert und an allen Stellen, wo die Kopulation normal beendet werden konnte, Zygoten gebildet. er ist also weiblich. Das gleiche gilt für die Fäden f und g. - a, f und gekonnten darum nicht miteinander kopulieren. Der Faden b hat ausser mit a auch noch mit f kopuliert und sich stets als männlich erwiesen. Gleiches Geschlecht besitzen die Fäden d und e, eine Kopulation zwischen ihnen fand nicht statt.

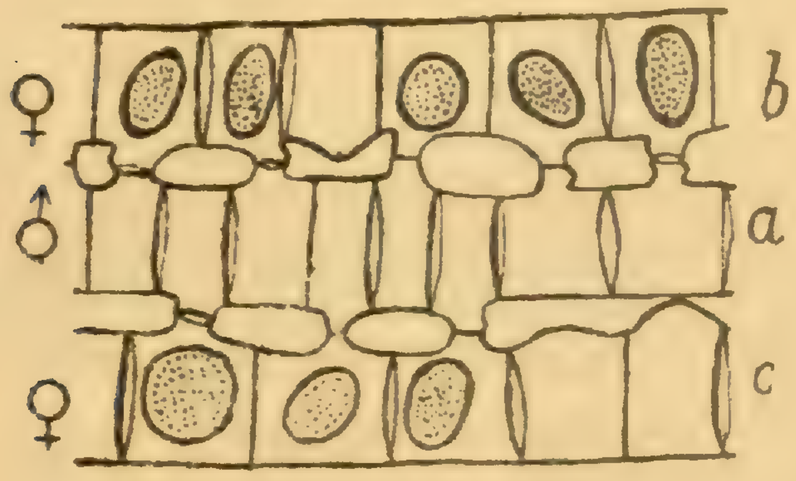


Fig. 19. Kopulation von 3 Fäden. a ist weiblich, b und c sind männlich.

Diese **g l e i c h e g e s c h l e c h t l i c h e R e a k t i o n s ä m t l i c h e r Z e l l e n e i n e s F a d e n s** zeigte sich bei allen von mir beobachteten Arten, die **z u s e i t l i c h e r K o p u l a t i o n n i c h t b e f ä h i g t w a r e n**. Ausnahmen waren nicht festzustellen. Somit komme ich **zu dem Schluss**, dass **a l l e Arten**, die nur leiterförmig kopulieren können, **getrenntgeschlechtig sind.**

Obwohl ich keinen Fall von gekreuzter Conjugation für eine nur zu leiterförmiger Kopulation befähigte Spirogyra beobachtet habe, sei dennoch hierfür eine Erklärungsmöglichkeit erwähnt. Es ist von CHEMIELEWSKY (43) angegeben worden, dass von den anfänglich vorhandenen 4 Kernen ausnahmsweise nicht 3, sondern nur 2 zu grunde gehen, die beiden andern aber in dem Keimling erhalten bleiben. Man darf annehmen, dass von den 4 gebildeten Kernen zwei männlich und zwei weiblich sind. Es besteht also die Möglichkeit, dass sowohl ein männlicher, als auch ein weiblicher Kern erhalten bleibt. Dadurch würden Fäden entstehen, deren eine Hälfte männlich, deren andere weiblich funktionieren müsste. Wir hätten dann den Fall, in dem eine echte gekreuzte Conjugation möglich wäre, der aber trotzdem kein Gegenbeweis gegen die normalerweise vorhandene Getrenntgeschlechtigkeit der betreffenden Art wäre.

c. *Die Grössenverhältnisse der männlichen und weiblichen Zellen von Spirogyra crassa.*

Wie ich erwähnt habe, ist schon mehrfach die Frage aufgeworfen worden, ob zu dem verschiedenen physiologischen Verhalten der beiden kopulierenden Zellen, das uns zu der Unterscheidung von männlichen und weiblichen Zellen führte, auch noch morphologische Unterschiede hinzukommen. Wir sahen, dass diese Frage von Autoren wie OLTMANNS, gestützt auf die Beobachtungen GRUBER's,und von LOTSY in bejahendem Sinne beantwortet wurden. In gleicher Weise äussern sich WILLE, YORK, KARSTEN und TRÖNDLE. Letzterem unterläuft dabei ein kleiner Fehler, indem er davon spricht (3, p. 189), dass bei *Spirogyra neglecta* die weibliche Zelle **n i e** kleiner als die männliche sei, wohl aber doppelt so gross werden kann. Gleichzeitig gibt er aber auf derselben Seite durch eine Abbildung 2 kopulierende Fäden wieder, bei de-

Fig. 20. Kopulation von 7 Fäden. a, f, g sind weiblich, b, c, d und e männlich.

nen die männlichen Zellen die weiblichen an Grösse übertreffen, wodurch weibliche Zellen von der Kopulation ausgeschlossen werden. Dieser Widerspruch kommt auch in der Zusammenfassung seiner Resultate (2 und 3) zum Ausdruck.

Um diese Beobachtungen auf eine exakte Grundlage zu stellen, unternahm ich eine Reihe von Auszählungen. Das Untersuchungsobjekt war wieder *Spirogyra crassa*. Bei oberflächlicher Betrachtung konnte man nicht genau entscheiden, ob die männlichen oder die weiblichen Zellen in ihrer Durchschnittsgrösse einander übertrafen, da sich sowohl Fadenpaare, bei denen mehr männliche als weibliche Zellen, wie auch umgekehrt (dies allerdings relativ selten) fanden. Diese Zählung wurde in der Weise vorgenommen, dass immer auf eine annähernd gleiche Strecke die Anzahl der Zellen jedes Fadens festgestellt wurde. So ergibt sich z.B. in der Figur 18 (p. 267) das Verhältnis 13 männliche zu 11 weiblichen Zellen in Fadenstücken von der gleichen Länge. Insgesamt wurden 91 Fadenpaare von gleicher Länge mit zusammen 18655 Zellen, von denen sich 10197 als männliche und 8458 als weibliche ergaben, ausgezählt.

In Prozenten erhalten wir 54,7% männlich zu 45,3% weiblich.

Aus folgender Berechnung ergibt sich, dass die Grenzen, welche für zufällige Schwankungen um den Mittelwert zulässig wären, bei weitem überschritten sind.

Der unter Voraussetzung des Zahlenverhältnisses 50 : 50% zulässige Fehler berechnet sich nach der Formel

$$f = \frac{+3\sqrt{-p\,(100-p)}}{\sqrt{n}}$$ worin

n = die Summe der gezählten Zellen, p = 50% bedeutet. Es wäre also:

$$f = \pm \frac{3\sqrt{50\ (100 - 50)}}{\sqrt{18655}} = + \frac{150}{\sqrt{18655}} = \pm 1{,}1$$ als zulässige Abweichung.

Unsere Abweicung beträgt ± 4,7, übertrifft also die zulässige um ± 3,6. - Wir können also feststellen, dass bei *Spirogyra crassa* die männliche Zelle im Durchschnitt etwas kleiner ist als die weibliche, dass also die abgebenden Fäden im Durchschnitt mehr Zellen enthalten als die aufnehmenden, wodurch bei der Kopulation zweier Fäden eine Reihe von männlichen Zellen vom Sexualakt ausgeschaltet bleiben. Diese Tatsache wird noch durch eine Beobachtung gestützt, die bereits von BENNETT, MURRAY und WEST gemacht wurde. Wir haben oben davon gesprochen, dass häufig Kopulationen zustande kommen, bei denen mehr als zwei Fäden beteiligt sind. Die eben genannten Autoren konnten feststellen, dass der Fall, in dem ein männlicher Faden mit mehreren weiblichen kopuliert, weitaus häufiger ist als der umgekehrte. Hiermit stimmen meine Beobachtungen weitgehend überein. Unter reichlichem Material von Spirogyra crassa fand ich zahlreiche Fälle, in denen mehr als zwei Fäden miteinander kopulierten. Aber fast stets überwog in jedem einzelnen Fall die Zahl der weiblichen Fäden. Ausnahmen hiervon kamen nur ganz selten vor. Es kann also keinem Zweifel unterliegen, dass zu dem verschiedenen physiologischen Verhalten der männlichen und weiblichen Fäden von *Spirogyra crassa* auch noch ein wenn auch geringer m o r p h o l o g i s c h e r U n t e r s c h i e d in der durchschnittlichen Zellgrösse hinzutritt.

d. Kombination von seitlicher und leiterförmiger Kopulation.

Mit den beiden Grundtypen der Kopulation, der einfachen und der leiterförmigen, sind die Kopulationsmöglichkeiten der Spirogyren aber noch nicht erschöpft.

Es gelang BLAKESLEE nicht nur, Kreuzungen zwischen getrenntgeschlechtigen, sondern auch zwischen getrenntgeschlechtigen und gemischtgeschlechtigen Mucorineen herzustellen. Die männlichen Zellen einer zwitterigen Art bilden mit einem weiblichen Mycel Zygoten und umgekehrt die weiblichen mit einem männlichen Mycel.

Ob in gleicher Weise bei den Spirogyren Kreuzungen zwischen gemischtgeschlechtigen und getrenntgeschlechtigen Arten möglich ist, weiss ich nicht. Wohl aber haben bei gewissen gemischtgeschlechtigen Arten (ob bei allen bleibt zu untersuchen) die Fäden auch die Fähigkeit, sich untereinander zu verbinden. Ihre Zellen vermögen nicht nur mit Zellen des anderen Geschlechts im gleichen Faden, sondern auch mit solchen von anderen Fäden zu kopulieren. Denn geschlechtlich differenziert sind ja bei diesen Arten nur die Zellen in ihrem geschlechtsphysiologischen Verhalten, nicht aber die Fäden als solche. Die Kopulation geht in diesen Fäden in der Weise vor sich, wie wir es für die leiterförmige Kopulation kennengelernt haben. Je zwei gegenüberliegende Zellen verschiedenen Geschlechts treten durch

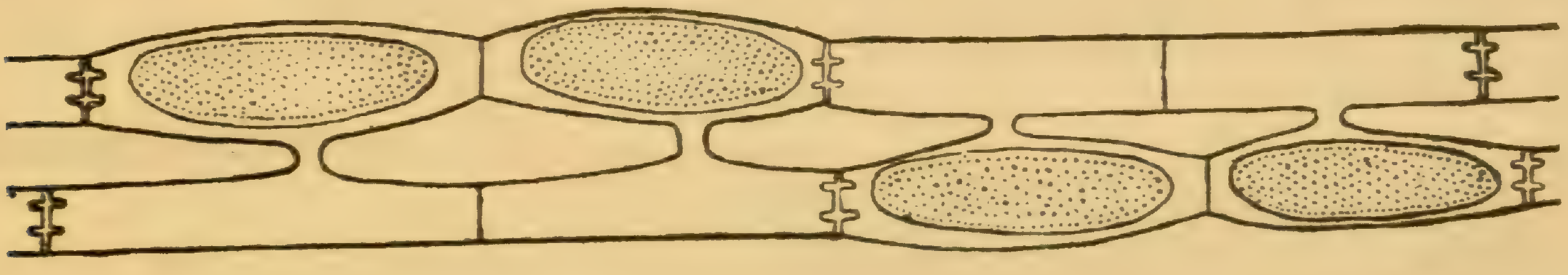


Fig. 21. Normale Kombination von seitlicher und leiterförmiger Kopulation.

einen Kopulationskanal miteinander in Verbindung. Haben in beiden Fällen die Bestimmung über das geschlechtsphysiologische Verhalten und die Zellteilung normal stattgefunden, so werden je zwei Zygoten abwechselnd in dem einen und dem andern Faden gebildet, Figur 21. - Man vergleiche TRÖNDLE (3) Seite 192, Fig. 8. -

Ebenso wie bei den nur leiterförmig kopulierenden Arten braucht auch hier die Zahl der an der Kopulation beteiligten Fäden nicht auf 2 beschränkt zu sein. So bringt ERNST (20, Seite 172, fig. 50 b) nach ANDREWS eine Abbildung, bei welcher

drei Fäden so miteinander verbunden sind, dass von jedem Faden je eine Zelle männlich, und je eine weiblich funktionierte.

Wenn die normal seitlich kopulierenden Fäden auch zu leiterförmiger Kopulation mit anderen Fäden befähigt sind, steht der Annahme nichts im Wege, dass leiterförmige Kopulation auch zwischen den Zellen ein und desselben Fadens vor sich gehen kann, wenn seine Enden so gebogen sind, dass sie einander berühren. Einen

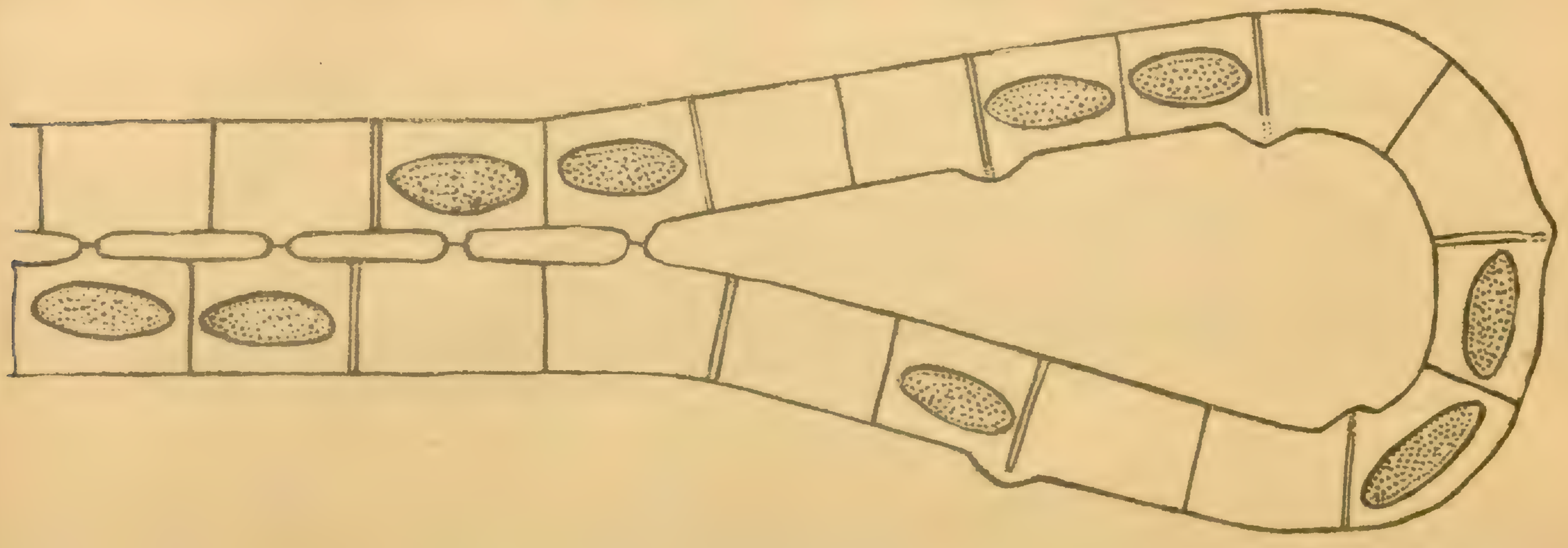


Fig. 22. Schema eines Fadens, dessen Enden mit einander kopulieren.

solchen Fall habe ich zwar nicht beobachtet, bringe ihn aber als Schema in Fig. 22 zur Darstellung.

Es können nun in diesen Fällen, in denen seitliche und leiterförmige Kopulation miteinander verbunden sind, die oben besprochenen Abweichungen von der normalen Bestimmung über das geschlechtsphysiologische Verhalten und der folgenden

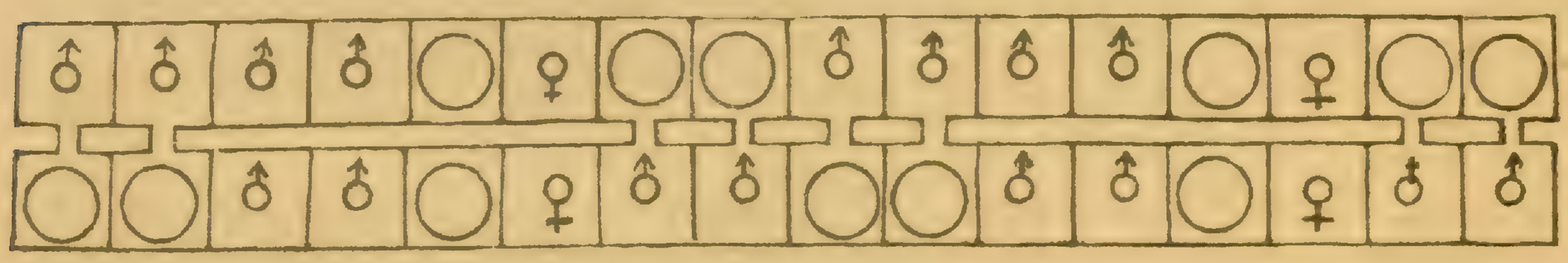


Fig. 23. Schema von zwei kopulierenden Fäden, von denen in dem einen nach der Geschlechtsbestimmung noch je zwei Zellteilungen stattgefunden haben.

Zellteilung eintreten. Die Zahl der möglichen Kombinationen wird noch dadurch erheblich vergrössert, dass diese Abweichungen sowohl in einem als in beiden Fäden eintreten können. Figur 23 bringt ein Schema, in dem im Faden a die Geschlechtsbestimmung normal stattgefunden hat, während im Faden b jede Zelle sich nach der ersten Teilung abermals geteilt hat, sodass immer 4 Zellen nebeneinander das gleiche Geschlecht besitzen. Durch diese Ungleichheit in der Anordnung der Geschlechts-

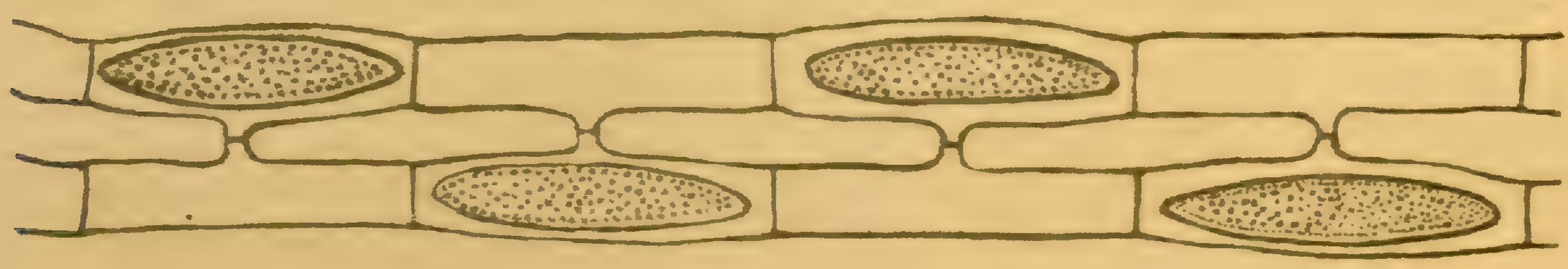


Fig. 24. Schema von zwei kopulierenden Fäden. In beiden Fäden ist nach der Geschlechtsbestimmung die Zellteilung unterblieben.

zellen sind beiderseitig eine Reihe von Zellen von der Kopulation ausgeschaltet. Ein weiteres Beispiel ist gleichfalls schematisch in Fig. 24 gegeben. Hier ist in beiden Fäden die Zellteilung nach der Geschlechtsbestimmung ausgefallen, sodass bei beiden auf eine männliche gleich eine weibliche Zelle folgt.

Diese Beispiele zeigen, dass unsere gemachten Voraussetzungen genügen, um stets ohne Schwierigkeiten die Beziehungen zum Normalfall der seitlichen Kopulation herzustellen. Immer handelt es sich hier um Formen, die ihrer Natur nach g e m i s c h t g e s c h l e c h t i g sind.

d. Prüfung der von der gegebenen Darstellung abweichenden Angaben.

Als Resultat unserer Untersuchungen über die vorkommenden Kopulationsformen der Spirogyren haben wir die Anschauung gewonnen, dass sämtliche *Spirogyra*-Arten die seitlich zu kopulieren vermögen, gemischtgeschlechtig und die nur leiterförmig kopulierenden getrenntgeschlechtig sind. Wir sahen weiter, dass alle von uns beobachteten Kopulationsformen auf diese beiden Grundtypen zurückzuführen sind. Indem wir jetzt die Angabe von Autoren, welche in ihren Formulierungen von der hier geäusserten Anschauung abweichen, prüfen, wird sich zeigen müssen, ob tatsächlich a l l e bisher gemachten Beobachtungen mit unsern Darlegungen in Einklang zu bringen sind. - Wir können ohne Bedenken davon absehen, genauer auf die Ansicht HASSALL's (13) einzugehen, nach welcher bei *Spirogyra* überhaupt keine geschlechtliche Differenzierung vorliegen soll. Schon ein ganz oberflächliches Studium der Fortpflanzungsverhältnisse zwingt uns, eine geschlechtliche Differenzierung der Zellen anzuerkennen. Ausser HASSALL bezweifelt niemand, dass die seitlich kopulierenden Spirogyren gemischtgeschlechtig sind. Liegen von unserer Darstellung abweichende Ansichten vor, so beziehen sie sich auf die nur zu leiterförmiger Kopulation befähigten Arten.

Vor allem von den im geschichtlichen Teil genannten älteren Autoren wird die Getrenntgeschlechtigkeit dieser Formen bezweifelt. Sie begründen dies damit, dass die gleichen Fäden häufig sowohl männlich als auch weiblich funktionieren. Zum Verständnis dieser Angaben ist wesentlich, dass den betreffenden Autoren zumeist die seitliche Kopulation überhaupt nicht bekannt war. Jedenfalls bezeichnet HASSALL sich als den Entdecker der seitlichen Kopulation, während VAUCHER, MEYEN und v. MOHL sie gar nicht erwähnen. Daher können wir mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die Fälle, von denen diese Forscher ausgehen, normale Kombinationen von seitlicher und leiterförmiger Kopulation darstellen. Hiermit wollen wir nur die Deutung, keineswegs aber die Richtigkeit ihrer Beobachtungen selbst bestreiten. Vielmehr stimmt z.B. die Beobachtung MEYEN's, dass Glieder ein und desselben Fadens miteinander leiterförmig kopulierten, wenn die Enden desselben so gebogen waren, dass sie dicht nebeneinander lagen, durchaus mit unserer Darstellung (Fig. 22) überein. Das gleiche gilt für die Fälle, in denen MEYEN Zygoten in beiden Fäden sah und für ähnliche Angaben von VAUCHER und MOHL. - Es kommt nicht darauf an, dass irgend ein *Spirogyra*-Faden mit sich selbst kopulieren kann oder dass zwei Fäden so miteinander kopulieren, dass sich hienach in beiden Fäden Zygoten befinden, sondern für uns ist wesentlich, ob diese Fälle für solche Arten beobachtet wurden, bei denen uns nur leiterförmige Kopulation bekannt ist. -

Auch in den erwähnten Abbildungen HASSALL's vermag ich keinerlei Beweis gegen die Getrenntgeschlechtigkeit der nur leiterförmig kopulierenden Fäden zu erblicken. Die fraglichen Abbildungen werden wie viele andere nicht von HASSALL, sondern (nach CUNNINGHAM) von Autoren stammen, die gleichfalls die seitliche Kopulation nicht kannten. Sie zeigen Formen, wie sie bei der Kombination von seitlicher und leiterförmiger Kopulation durchaus nicht selten sind. - BESSEY (27) und WEST (44) sprechen davon, dass ganz vereinzelt unter tausenden von normal leiterförmig kopulierenden Fäden Zellen auftreten, die geschlechtlich anders als die gesamten Zellen des gleichen Fadens funktioniert hatten. Wie wir schon oben bei der Begriffsbestimmung andeuteten, ist mit solchen Fällen stets zu rechnen.

Die Versuche von CORRENS (45) haben für die Angiospermen experimentell bewiesen, dass jedes Geschlecht des einen und somit auch seine sämtlichen Keimzellen

die Anlagen des entgegengesetzten Geschlechts enthalten. Es seien nur die bekannten spontanen Geschlechtsänderungen im Sporophyten von *Salix*-Arten und der Einfluss gewisser Parasiten (*Ustilago* auf *Melandryum album*) erwähnt. Das gleiche wurde für den Gametophyten einzelner getrenntgeschlechtiger Kryptogamen beobachtet, so von ERNST (46) für *Dumortiera*, von LEITGEB (47), TOWSEND (48), TAYLOR (49)u. a. für *Preissia*.

Wollen wir die Verhältnisse von *Spirogyra* aufgrund unserer heutigen Kenntnis zu erklären versuchen, so müssen wir auch hier annehmen, dass bei den getrenntgeschlechtigen Arten jeweilig das andere Geschlecht wohl unterdrückt wurde, in seinen Anlagen aber vorhanden ist. Sollte man also unter einigen Tausend kopulierenden Spirogyren einige Zellpaare finden, welche geschlechtlich anders als ihre Nachbarzellen reagiert haben, so wird man diese mit Recht als die Regel bestätigende Ausnahme bezeichnen können. - OVERTON (18) und KLEBS (19), welche die Gemischtgeschlechtigkeit sämtlicher Spirogyren betonen, gehen, wie erwähnt, von Arten aus, die sowohl seitlich als auch leiterförmig zu kopulieren vermögen. Da keine genauen Beschreibungen oder Abbildungen vorliegen, ist leider eine Auseinandersetzung mit ihren Ansichten nicht möglich.

e. Die Arbeit von Cunningham.

1. Inhaltsangabe.

Neuerdings ist die Geschlechtsfrage der Spirogyren wieder von CUNNINGHAM(9) aufgegriffen worden. Dieser fand eine Art, bei welcher die Zygoten häufig auf beide Fäden verteilt waren, doch so, dass gewöhnlich mehr als zwei in jedem Faden nebeneinander lagen. Dabei scheint diese Kopulationsform bei der betreffenden Art nicht selten zu sein. Hat doch CUNNINGHAM in einer Probe (durch Überschwemmungen wurde weitere Sammlung in demselben Jahre verhindert) mehr als 70 Einzelfälle dieser Kopulationsart vorgefunden. Die Ergebnisse wurden im folgenden Jahre durch neue Funde bestätigt. Wesentlich zur Erklärung dieses Falles sind die Angaben, die CUNNINGHAM zur Beschreibung seiner Art macht. Sämtliche Vermehrungsweisen, die uns bei Spirogyren überhaupt bekannt sind, sollen sich bei dieser Art finden. - Aplanosporen kamen, wenn auch selten, vor; ihre Feststellung war schwierig. Die normalen Zygoten werden auf dreierlei Weise gebildet:

A. Durch typische leiterförmige Kopulation. - Die Gameten wandern in einer Richtung, sodass ein Faden alle Zygoten enthält. Dies wurde für 20 - 25 Paare verfolgt.

B. Durch seitliche Kopulation. - Der Zellinhalt a wandert in die Nachbarzelle

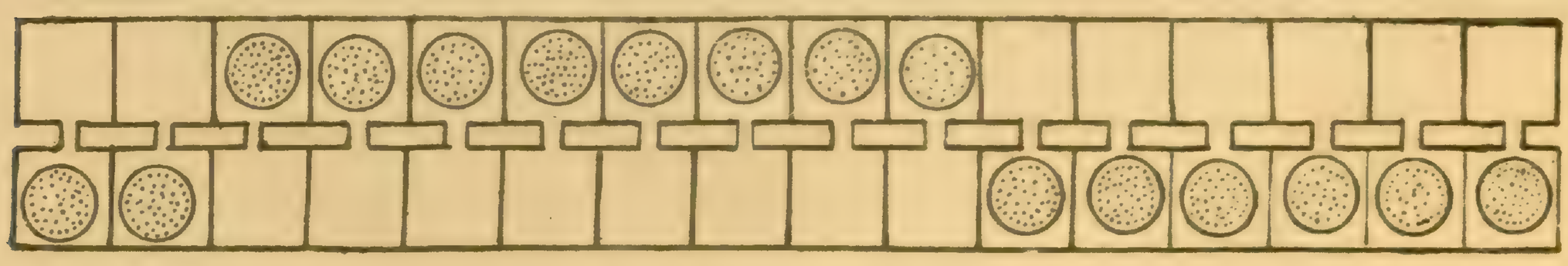


Fig. 25. Schema der Zygotenverteilung nach einer Kopulation von Spirogyra inflata (nach Cunningham).

b, die anschwillt. Es wechseln in der Regel zwei männliche und zwei weibliche Zellen miteinander ab. Häufig ist diese Kopulationsform von knieförmigen Biegungen begleitet.

C. Durch cross-conjugation. - Es werden in jedem der beiden Fäden vollkommen normale Zygoten gebildet, wobei eine durchgehende Regelmässigkeit in der Anordnung der Geschlechtszellen nicht festzustellen ist. In einem Falle konnte dies für 16 Paare konjugierender Zellen verfolgt werden; es fanden sich von den 16 gebildeten Zygoten 8 in jedem Faden, deren Anordnung schematisch dargestellt Figur 25 wiedergibt. Doch ist dieses Fadenpaar das einzige, bei dem eine einigermassen beträchtliche Zygotenzahl festgestellt werden konnte und bei dem in beiden Fällen die gleiche Anzahl vorhanden ist. - Die weiteren Abbildungen CUNNINGHAM's, die aus techni-

schen Gründen ebenfalls fast alle schematisch gehalten sind, lassen selbst diese geringe Regelmässigkeit in der Verteilung der Zygoten vermissen. Vielmehr finden wir die Zygoten, man möchte sagen, willkürlich auf beide Fäden verteilt. Die Einordnung in ein gesetzmässiges Schema wird überhaupt schliesslich unmöglich gemacht indem zahlreiche Zellen nicht kopuliert haben, sodass ihr Geschlecht nicht erichtlich ist.

CUNNINGHAM fügt noch hinzu, dass die letzte Kopulationsart häufig mit seitlicher Kopulation zusammen vorkommt. Nach genauer Bestimmung glaubt CUNNINGHAM auf *Spirogyra inflata* schliessen zu müssen, von welcher eine Abweichung nur durch das Vorhandensein der cross-conjugation gegeben ist. Er hält diesen Unterschied für so bedeutend, dass er seine *Spirogyra* als eigene Art aufgeführt wissen möchte, doch will er die endgiltige Entscheidung weiteren Forschungen vorbehalten.

CUNNINGHAM versucht, sich seinen Fund etwa folgendermassen zu erklären: Augenscheinlich sind ursprünglich in der Zygote einer nur leiterförmig kopulierenden *Spirogyra* Kerne beiderlei Geschlechts vorhanden. Im Verlauf der Reduktion soll das eine Geschlecht ausgestossen werden, sodass sich ein eingeschlechtiger Faden ergibt. Da nun aber nach seiner Ansicht mit der Reduktionsteilung zugleich die Entscheidung über das geschlechtsphysiologische Verhalten jeder einzelnen Zelle erfolgt, muss bei den Arten mit seitlicher Kopulation die Reduktion viel später stattfinden. Er nimmt an, dass dies vor der letzten Zellteilung geschieht. Hiervon ausgehend sucht CUNNINGHAM eine Ableitung der von ihm gefundenen ungewöhnlichen Kopulation von der normalen seitlichen zu geben, indem er sich den Zellteilungsprozess nach der Geschlechtsbestimmung in der Weise vervielfacht denkt, wie wir ihn oben bei der Beschreibung der Abweichungen vom Normaltyp bei dem zwei männliche und je zwei weibliche Zellen miteinander abwechseln, dargestellt haben.

Nach dieser Erklärung seines Fundes kommt CUNNINGHAM zu folgenden Schlüssen: I. Gemischtgeschlechtigkeit kommt bei gewissen *Spirogyra*-Arten vor, aber nicht notwenig bei allen. II. Die Reduktion kann in der Zygote stattfinden; in diesem Falle entsteht ein eingeschlechtiger Faden. Oder die Reduktion findet kurz vor der Fortpflanzung statt; in diesem Falle geht keiner der 4 Kerne ein. Es werden Fäden von gemischtgeschlechtiger Natur hervorgebracht, die entweder über die Wand oder leiterförmig oder durch cross-conjugation kopulieren. III. Nach der Reduktionsteilung kann Zellteilung stattfinden, wobei in einzelnen Fällen drei Teilungen eintreten. Dies ist ein wesentlicher Unterschied zwischen seitlicher und cross-conjugation, weil bei letzterer die Zellteilung nach der vollendeten Reduktion fortgesetzt werden kann, während dies bei ersterer anscheinend nicht geschieht. IV. Der *Spirogyra*-Faden ist bei diesen Arten und den-en, die nur seitlich kopulieren, dem Sporophyten höherer Pflanzen homolog.

2. Kritik der Arbeit von Cunningham.

Wenn auch die von CUNNINGHAM beschriebene Art auffallende Abweichungen von dem Normaltyp der seitlichen Kopulation aufweist, so ist doch in diesem Fund kein wesentlicher Beitrag zur Klärung der sexuellen Verhältnisse der Spirogyren gegeben. Dass viele *Spirogyra*-Arten gemischtgeschlechtig sind, wissen wir. Der von CUNNINGHAM geschilderte Fall ist keine echte gekreuzte Kopulation, sondern eine solche, die aus der Verbindung von seitlicher und leiterförmiger Kopulation ableitbar ist. Es hätte der Auffindung der vermeintlichen gekreuzten Kopulation (cross-conjugation) gar nicht bedurft, um den Beweis für die Gemischtgeschlechtigkeit dieser Spezies zu erbringen. Sobald man bei einer Art seitliche Kopulation festgestellt hat, ist eben auch ihre Gemischtgeschlechtigkeit erwiesen. Wichtiger scheint mir zu sein ob überhaupt die betreffende Art zu ausschliesslicher leiterförmiger Kopulation, bei der also die Zellinhalte alle in einer Richtung wandern, befähigt ist. Ein solcher Fall, wo dieses neben seitlicher Kopulation vorkommt, wurde von mir nie beobachtet. Da CUNNINGHAM an einer Stelle sagt, dass sich lange Fadenpaare aus dem verwickelten Material nicht hätten herauspraeparieren lassen, kann ich aber dieser Angabe einstweilen kein volles Vertrauen schenken.

Völlig unbegründet ist aber die Annahme von CUNNINGHAM, dass bei den zwittrigen Spirogyren die Reduktionsteilung an einer anderen Stelle des Entwickelungs-

ganges als bei den getrenntgeschlechtigen Arten vor sich gehen soll. Man denke nur an Verhältnisse, wie z.B. bei gemischtgeschlechtigen Moosen, so etwa *Funaria hygrometrica*, vorliegen. Die Geschlechtsorgane dieser Pflanze, nämlich die Antheridien und Archegonien, entstehen auf demselben Individuum, aber an verschiedenen Stellen. Die Entscheidung, dass die betreffende Pflanze gemischtgeschlechtig ist, wurde zugleich mit der Reduktionsteilung gefällt. Die Bestimmung über das geschlechtsphysiologische Verhalten eines jeden Organs, ob nämlich ein Stämmchen Antheridien oder Archegonien tragen wird, ist ein Akt, der völlig unabhängig von dieser Reduktionsteilung erfolgt. Man wird nicht auf den Gedanken kommen, dass bei solchen gemischtgeschlechtigen Moosen die Reduktionsteilung an einer anderen Stelle des Entwickelungsganges vor sich geht, als wie bei den getrenntgeschlechtigen Moosen wie *Marchantia polymorpha* oder *Bryum argenteum* der Fall ist.

Bei allen Spirogyren, sowohl den gemischt- als auch den getrenntgeschlechtigen Arten, stellt der Faden den Gametophyten dar. Beide Formen unterscheiden sich dadurch, dass bei den gemischtgeschlechtigen Arten in der Regel vor der letzten Teilung eine Bestimmung der einzelnen Zellen bezüglich ihres geschlechtsphysiologischen Verhaltens eintritt, während schon die erste vegetative Zelle der getrenntgeschlechtigen Arten denselben geschlechtlichen Charakter besitzt, den sie später durch ihr physiologisches Verhalten zum Ausdruck bringt. - Die Annahme CUNNINGHAM's, dass die von ihm aufgefundene, von der Norm in der Lagerung der Geschlechtszellen zueinander abweichende Kopulation durch Fortsetzung des nach der Geschlechtsbestimmung bei der seitlichen Kopulation sonst nur einmal stattfindenden Zellteilungsprozesses zu erklären sei, stimmt mit meiner Deutung überein. Nur ist, wie gesagt, gerade aus diesem Grunde in seinem Funde kein Gegenbeweis gegen die Auffassung von der Getrenntgeschlechtigkeit der nur zu leiterförmiger Kopulation befähigten Spirogyren zu erblicken.

f. Übersicht der für die Spirogyren möglichen Kopulationsformen und deren Geschlechterverteilung.

Nachdem sich aus der Prüfung der uns vorliegenden Angaben über die Geschlechtsverhältnisse der Spirogyren keine stichhaltigen Gründe gegen unsere Darstellung ergeben haben, sei im folgenden eine Übersicht von allen bislang beobachteten und theoretisch möglichen Kopulationsformen der Spirogyren zusammengestellt. Wir können unterscheiden:

A. Die einfache seitliche Kopulation. - Beide Geschlechtszellen werden in demselben Faden gebildet. Der Zellinhalt der männlichen Zelle wandert durch eine Ausbuchtung der Seitenmembran zu dem Zellinhalt der weiblichen Zelle hinüber. S ä m t l i c h e A r t e n s i n d g e m i s c h t g e s c h l e c h t i g.

a. Der Normaltypus (Fig. 13). - Nach der phänotypischen Geschlechtsbestimmung hat nur eine Zellteilung stattgefunden. Je zwei Zellen des gleichen Geschlechts wechseln miteinander ab.

b. Abweichungen vom Normaltyp. - I. Durch von zwei Punkten ausgehende Geschlechtsbestimmung stossen an einer Stelle vier Zellen gleichen Geschlechts aufeinander. Die mittleren sind vom Geschlechtsakt über die Wand ausgeschlossen (Fig. 15).

II. Die Zellteilung nach der Geschlechtsbestimmung ist unterblieben. Auf nur eine Zelle des einen folgt eine Zelle des andern Geschlechts (Fig. 16).

III. Nach der Geschlechtsbestimmung haben an Stelle der einen Zellteilung zwei oder mehr Teilungen stattgefunden. Es sind drei bis zahlreiche Zellen des gleichen Geschlechts einander benachbart. Die mittleren sind vom Geschlechtskat über die Wand ausgeschaltet (Fig. 17).

B. Die einfache leiterförmige Kopulation. - Der eine Faden enthält nur männliche, der andere nur weibliche Geschlechtszellen, sodass an jeder Kopulation mindestens zwei Fäden beteiligt sind. Nach gegenseitiger Berührung wird ein Kopulationskanal ausgebildet, durch den der Zellinhalt der männlichen zu dem der weiblichen Zelle hinüberwandert. D i e s o k o p u l i e r e n d e n A r t e n s i n d g e t r e n n t g e s c h l e c h t i g.

a. Es kopulieren zwei Fäden miteinander (Fig. 18).

b.. An der Kopulation nehmen drei oder mehr Fäden teil (Fig. 19, 20).
C. Die Kombination von seitlicher und leiterförmiger Kopulation. - Jeder Faden enthält beide Geschlechtszellen, die durch einen Kopulationskanal miteinander in Verbindung treten. S ä m t l i c h e A r t e n s i n d g e m i s c h t g e s c h l e c h t i g .
a. Die Geschlechtsbestimmung und die darauf folgende Zellteilung haben normal stattgefunden. - I. Es kopulieren die Enden desselben Fadens (Fig. 22). - II. Es kopulieren die Zellen von zwei oder mehr Fäden (Fig. 21). -
b. Es können die unter A. b. I - III genannten Abweichungen eintreten: I. in einem Faden. - II. In beiden Fäden (Fig. 23, 24, 25).

ZUSAMMENFASSUNG.

I. a. Ebenso wie bei der Zygotenbildung der Mucorineen ist Vorbedingung jeder leiterförmigen Kopulation bei den Zygnemales, dass zwei Fäden sich an den Stellen, an welchen später die Verbindung der Geschlechtszellen vor sich geht, berühren. Erst durch diese Berührung wird an der Berührungsstelle die Bildung der Kopulationsfortsätze veranlasst. Durch das Wachstum dieser Fortsätze wird eine Entfernung der beiden Fäden voneinander bewirkt, sodass sie im Endstadium der Kopulation um die Länge der Kopulationskanäle voneinander entfernt sind.

b. Die Anschauung von OVERTON und HABERLANDT, nach welcher zwei Fäden sich aus der Entfernung so beeinflussen, dass sie aufeinandertreffende Kopulationsfortsätze bilden, beruht anscheinend auf falscher Deutung von ihnen beobachteter älterer Kopulationsstadien. Die Abbildungen HABERLANDT's lassen sich zwanglos auf Grund der in dieser Arbeit gegebenen Darstellung verstehen.

II. a. Sämtliche bislang beobachtete Kopulationsformen der Spirogyren lassen sich auf zwei Grundtypen: die seitliche und die leiterförmige Kopulation zurückführen. Entgegengesetzte Angaben sind durch falsche Deutung richtiger Beobachtungen entstanden. Kombinationen von seitlicher und leiterförmiger Kopulation kommen vor.

b. Bei *Spirogyra crassa* sind die männlichen Zellen im Durchschnitt etwas kleiner als die weiblichen. Von 18655 Zellen kamen auf die gleiche Fadenlänge 10197 männliche und 8458 weibliche (54,7% : 54,3%).

c. Alle Arten, die über die Querwand kopulieren können und alle Arten, bei denen eine Kombination von seitlicher und leiterförmiger Kopulation vorkommt, sind gemischtgeschlechtig, dagegen die nur zu leiterförmiger Kopulation befähigten Spirogyren getrenntgeschlechtig.

d. Die Annahme CUNNINGHAM's, dass bei den gemischtgeschlechtigen Spirogyren die Reduktionsteilung an einer anderen Stelle des Entwickelungsganges vor sich gehen soll, als bei den getrenntgeschlechtigen Arten, ist unwahrscheinlich und unnötig. Die Bestimmung der genotypischen Grundlage der geschlechtlichen Eigenschaften ist scharf von der Bestimmung über das geschlechtsphysiologische Verhalten jeder einzelnen Zelle zu scheiden.

Literatur-Verweise und Anmerkungen.

(1) DE BARY, Untersuchungen über die Familie der Conjugaten. Leipzig 1858. - (2) OLTMANNS, Morphologie und Biologie der Algen. Jena, I. 1904, II. 1905. - (3) TRÖNDLE, Über die Kopulation und Keimung von Spirogyra, in Bot. Ztg. LXV (1907) p. 187. - (4) TRÖNDLE, Über die Reduktionsteilung in den Zygoten von Spirogyra und über die Bedeutung der Synapsis. Zeitschr. f. Bot. III (1911) p. 593. - (5) KARSTEN, Die Entwickelung von Spirogyra jugalis, in Flora IC (1909) p. 1. - (6) KURSANOW, Über Befruchtung, Reifung und Keimung bei Zygnema, in Flora N.F. IV (1912) p. 65. - (7) KAUFFMANN, Über den Entwickelungsgang von Cylindrocystis, in Zeitschr. f. Bot. VI (1914) p. 721. - (8) HABERLANDT in Sitzungsber. Akad. Wien 1890/1, Math.-Naturw. Klasse, I Abt. IC. - (9) CUNNINGHAM, Sexuality of filament of Spirogyra, in Bot. Gaz. LIII (1917) p. 486 - 500. - (10) ROTH in Schrader's Journ. f. d. Bot. 1800, p. 70. - (11) MEYEN, Neues System d. Pflanzenphysiologie III (1839) p. 414. - (12)

KÜTZING, Phycologia generalis 1843, p. 277. - (13) HASSALL, History of the British freshwater Algae 1845, p. 130 - 133. - (14) SCHLEIDEN, Grundzüge d. Botanik 2. ed. (1845) II, p. 30. - (15) NÄGELI, Die neueren Algensysteme, 1847. - (16) A.BRAUN, Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur, 1851.- (17) H. v. MOHL, Die vegetabilische Zelle, in Wagner, Handwörterb. d. Physiol. IV (1853) p. 269. - (18) OVERTON, Über den Konjugationsvorgang bei Spirogyra, in Ber. D. bot. Gesellsch. VI (1888) p. 68. - (19) KLEBS, Die Bedingung der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896. - (20) ERNST, Bastardierung als Ursache der Apogamie im Pflanzenreich. Jena 1918, II. Kapitel. - (21) BROWN, Abnormal conjugation in Spirogyra, in Bot. Gaz. LXVI (1918) p. 269 - 271. - (22) COPELAND, Periodicity in Spirogyra, in Bot. Gaz. XLVII (1909) p. 9 - 25. - (23) BENECKE, Über die Ursachen der Periodizität im Auftreten der Algen etc., in Internat. Rev. ges. Hydrobiol. u. Hydrograph. I (1908) p. 533 - 552. - (24) TRANSEAU, Hybrides among species of Spirogyra, in Ann. Nat. LIII (1919). - (25) VAUCHER, Histoire des Conferves d'eau douce, 1803. - (26) Nach der Entdeckung der Kopulation bei den Conjugaten durch O. F. MÜLLER (1779) erkannte man anfangs die Bedeutung der Kopulation als Geschlechtsakt nicht an, wollte vielmehr in ihr höchstens eine vegetative Vermehrung oder komplizierte Gewebebildung (KÜTZING) sehen. Dieser Streit wurde erst durch die Arbeit von PRINGSHEIM, Zur Kritik etc. der Untersuchungen über d. Algengeschlecht, 1856, beendet. - (27) BESSEY, Note on cross-conjugation, in Journ. Bot. XXIX, p. 173. - (28) WEST, A treatise on the British freshwater Algae, Cambridge 1904, p. 114..- (29) BENNETT, Reproduktion of the Zygnemaceae, in Journ. Linn. Soc. Bot. XX (1883) p. 430 - 439. - (30) BENNETT and MURRAY, Cryptogamic Botany, London 1889. - (31) WOOD, Contribution to the history of the freshwater Algae of North-America, in Smithson. Contrib. 1874. - (32) COOKE, British freshwater Algae, London 1882. - (33) WOLLE, Freshwater Algae of the United States II, Bethlehem 1887. - (34) MOTTIER, Fecundation of plants, in Carnegie Publ. nr. 15, 1904. - (35) De TONI, Sylloge Algarum I (1889) p. 725 - 777. - (36) LOTSY, Vortr. über bot. Stammesgesch. I, Jena 1907. - (37) WILLE in Engler-Prantl, Nat. Pflanzenfam. I.2. (1897). - (38) ROBERTSON, On abnormal conjugation in Spirogyra, in Trans. and Proc. Bot. Soc. Edinb. XXI (1899) p. 185 - 191. - (39) YORK, Sexuality of Spirogyra, in Science n.s. XXXVIII (1913) p. 368. - (40) CLAUSSEN, Fortpflanzung im Pflanzenr., in Kultur d. Gegenw. III.4. (1915) p. 479 - 518. - (41) BLAKESLEE, Differentation of sexe in Thalles gametophyte and sporophyte, in Bot. Gaz. XLII (1906) p. 161 - 178. - (42) BLAKESLEE, Sexual reproduction in the Mucorineae, in Proc. Am. Acad. XL (1904) nr. 4. - (43) CHEMIELEWSKY, Materialien z. Morphologie und Physiologie d. Sexualproz. bei niederen Pflanzen, in Arb. Ges. Naturf. Charkow Univ. 1880, p. 25. - (44) WEST, Observations on the Conjugatae, in Ann. Bot. XII (1898) p. 29. - (45) CORRENS, Die geschlechtliche Tendenz der Keimzellen gemischtgeschlechtiger Pflanzen, in Ztschr. f. Bot. XII (1920), p. 49. - (46) ERNST, Über androgyne Infloreszenzen bei Dumortiera, in Ber. D. Bot. Ges. XXV (1907) p. 455 - 464. - (47) LEITGEB, Unters. über Lebermoose, Heft 6, 1881. - (48) TOWSEND, An hermaphrodite gametophore in Preissia commutata, in Bot. Gaz. Dez. 1899. - (49) TAYLOR, De Marchanticis, in Trans. Linn. Soc. XVII (1834), p. 375.

MITTEILUNG DES HERAUSGEBERS.

Die Beiträge für das Botanische Archiv gehen nun so reichlich ein, dass das regelmässige Erscheinen der Zeitschrift vollkommen gesichert ist. Da aber eine Verstärkung der Bände in Aussicht genommen ist, finden eingehende geeignete Manuskripte auch in Zukunft rasche Veröffentlichung.

Beiträge zur Kenntnis der Leitbündelanatomie.

Von FRITZ JUERGEN MEYER (Braunschweig).

II. DAS LEITBÜNDELSYSTEM VON POLYPODIUM VULGARE.

Die Leitbündelsysteme der Polypodiaceen sind vielfach untersucht worden, zuerst die Deutscher Spezies (darunter auch *Polypodium vulgare*) von METTENIUS und De BARY, dann die der ausländischen Arten durch eine grosse Reihe von vor allem englisch schreibenden Autoren. Die letzte Arbeit dieser Art stammt von Y. OGURA (1) und behandelt die in der Umgebung von Tokio wachsenden Polypodiaceen.

Alle neueren Darstellungen leiden mehr oder weniger darunter, dass sie vom Standpunkte der Stelärtheorie aus geschrieben sind und keine klaren anatomischen Beschreibungen geben, sondern stets stark schematisiert sind. Die Abbildungen zeigen immer eine vollkommene Regelmässigkeit, wie sie in der Natur aber wohl in den meisten Fällen garnicht verwirklicht wird. Die alten Darstellungen von METTENIUS und DE BARY weisen eine derartige Schematisierung und Idealisierung nicht auf; DE BARY stellt in seiner Anatomie unser *Polypodium vulgare* als Extrem, bei dem der Oberstrang zwar noch hervortritt, der Unterstrang dagegen in zahlreiche gleichwertige Leitbündel aufgelöst ist, zu dem Ober- und Unterstrangtypus.

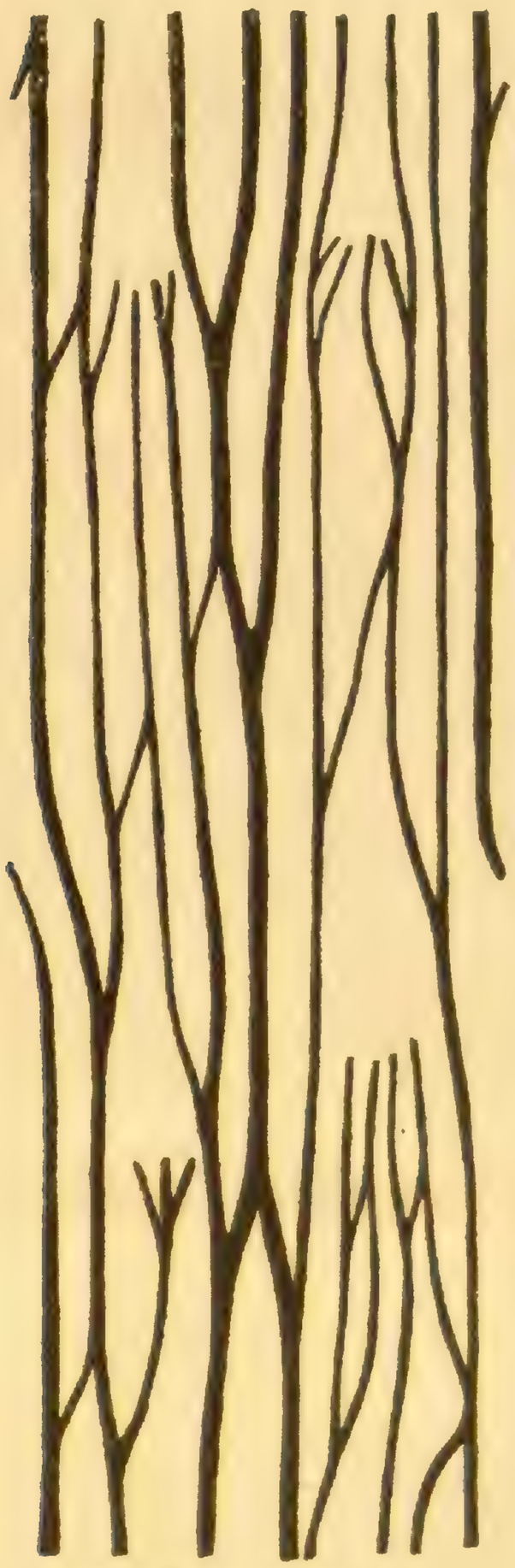


Abb. 1. Leitbündelverlauf im Rhizom.

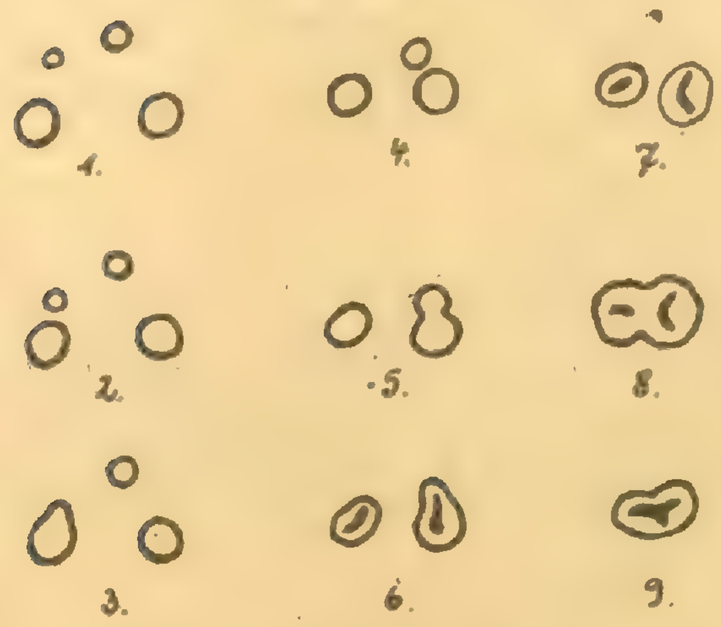
Bei den von mir untersuchten Exemplaren von *Polypodium* (das Material stammte aus der Umgebung von Marburg a. d. Lahn) fiel mir nun zunächst im Querschnittsbilde auf, dass ein Oberstrang in dem Leitbündelrohr des Rhizoms nicht hervortritt, dass vielmehr oberseits und unterseits mehrere (2 - 3) Leitbündel verlaufen, welche die auf den Flanken des Rhizoms liegenden Leitbündel nur wenig an Stärke übertreffen. Diese Beobachtung veranlasste mich, mit Hilfe von Querschnittserien das Leitbündelsystem des Rhizoms durch mehrere Internodien hindurch zu untersuchen, und um das Bild vom Leitbündelverlauf zu vervollständigen, prüfte ich dann noch den Ansatz der Wurzel-Leitbündel und verfolgte die aus dem Rhizom austretenden Blattspuren bis in die Spitzen der Fiederblättchen hinein. Innerhalb der Blattspreite konnte die Untersuchung auf Einzelquerschnitte und auf Präparate, die durch Chloralhydrat aufgehellt worden waren, beschränkt werden.

A. DAS RHIZOM.

Die Rhizome tragen zwei auf der Oberseite verlaufende Ortostichen von Blättern derart, dass je zwei Blätter einander genähert sind, also lange und kurze Internodien mehr oder weniger regelmässig abwechseln. Die Abbildung 1 beginnt in einem langen Internodium und endet in dem viertnächsten, also wiederum einem langen; das vorletzte ist, wie es häufiger vorkommt, verschwindend klein. Auf der Oberseite verlaufen 2 - 3 Leitbündel (nicht nur eines wie bei dem DE BARY'schen Ober- und Unterstrang-typus) welche um ein geringes breiter sind als die seitlichen Leitbündel. Ihre Zahl kann von Internodium zu Internodium infolge von Gabelungen und Wiedervereinigungen wechseln. Gleich starke Leitbündel (meist 2) ver-

laufen auf der Unterseite des Rhizoms. Beiderseits auf den Flanken des Rhizoms liegen zwischen den oberen und unteren Leitbündeln je 2 - 4 (allermeist 3) nur ein wenig schwächere Leitbündel. Zwischen allen Leitbündeln bestehen in Knoten und Internodien Bündel-Verbindungen. Die oberen Leitbündel verlaufen durch die Knoten, ohne Zweige an die dort inserierten Blätter abzugeben; in die Blätter treten nur seitliche Rhizomleitbündel ein; deren Zahl beträgt infolge oft mehrfacher Gabelungen der inbetracht kommenden Rhizomleitbündel dicht vor der Blattinsertion meist 4. - Einige der seitlichen Rhizomleitbündel laufen für gewöhnlich an der Blattinsertion vorbei in das nächste Internodium, ausserdem zweigen sich von den oberen und unteren Leitbündeln neue Leitbündel ab, sodass die Zahl der Leitbündel wieder ungefähr ebenso gross ist wie im vorhergehenden Internodium. Die Gesamtzahl schwankt (innerhalb der Spezies) zwischen 8 und 12.

Abb. 2.



Sukzessive Querschnitte durch die Leitbündel des Blattstieles in 1, 4, 5, 16, 18, 19, 27, 32, 42 mm Entfernung vom Rhizom.

Die einzelnen Leitbündel des Rhizoms sind konzentrisch; ihr Tracheenteil zeigt im Querschnitt mehr oder weniger ellipsoide (auch gebogene) Gestalt; er besteht aus nur einem einzigen Tracheenstrang, in dem die Erstlingstracheen zerstreut liegen (in 2 oder auch 3 Gruppen).

B. DIE WURZELN UND IHR ANSCHLUSS AN DAS RHIZOM.

Die Leitbündel der Wurzel sind diarch, ihre Tracheen bilden einen einzigen Strang, der in der Mitte einige weite, an der Peripherie des Leitbündels jederseits die Erstlingstracheen enthält. Der Ansatz an das Rhizom geschieht unter scheibenförmiger Erweiterung des Tracheenteils; diese Verbreiterung kommt dadurch zustande, dass die mittleren Tracheen am Ende keulenförmig angeschwollen und die übrigen seitlich abgebogen sind, sodass sie sich an die Rhizomtracheen mit breiter Fläche anlegen. Für gewöhnlich setzen sich die Wurzelleitbündel an die Verzweigungsstellen der Rhizomleitbündel an, also an diejenigen Stellen, wo ein Anschluss mit breitester Fläche möglich ist.

Abb. 3. Leitbündelverlauf im basalen Teile eines Fiederchens

C. DER BLATTSTIEL.

Im allgemeinen treten in jeden Blattstiel 4 Leitbündel ein, die im Querschnitt bogenförmig angeordnet sind, also eine Bündelrinne bilden. Die Konkavseite dieser Bündelrinne ist nach der morphologischen Oberseite des Blattstiels gekehrt. Von den 4 Leitbündeln sind die beiden äusseren für gewöhnlich grösser als die mittleren, oft sogar beträchtlich grösser. In dem unteren Teile des Blattstieles vereinigen sich nach und nach die Leitbündel zu einem einzigen. Dieser Vorgang vollzieht sich bei Blattstielen von 10 bis 15 cm Länge innerhalb der ersten 3 - 6 cm. Meist rücken zunächst die beiden kleineren inneren Leitbündel je an das benachbarte Flankenleitbündel, weiter oberhalb verschmelzen dann auch diese beiden (Abbildung 2).

In anderen Fällen vereinigen sich beide Mittel-Leitbündel mit dem gleichen Flankenleitbündel. Und schliesslich wurde auch in einem Falle beobachtet, dass eins von den Mittelleitbündeln frei verlief, bis alle anderen verschmolzen waren; es war während dessen etwas abseits an die morphologische Unterseite gerückt. Also die Verhältnisse im Blattstiel sind ebenso variabel wie der Leitbün-

delverlauf in den einzelnen Internodien des Rhizoms.

Die Vereinigung zweier Leitbündel geschieht stets in der Weise, dass die Tracheenteile dauernd vom Siebteil umschlossen bleiben; es verschmelzen zunächst die beiden Siebteile, und innerhalb des nunmehr 8-förmigen Siebteiles rücken die Tracheenteile aneinander. Der dadurch resultierende Tracheenteil des von nun ab einzigen Leitbündels hat im allgemeinen im Gegensatz zu den ovalen oder sichelförmigen Tracheenteilen der Einzel-Leitbündel in der Blattstielbasis dreieckige oder dreizackige Gestalt. Er wird in seinem ganzen Verlauf durch den Blattstiel und die Blattspindel rings vom Siebteil umschlossen.

D. DIE BLATTSPINDEL UND DIE BLATTSPREITE.

Die übrigen Teile des Blattes zeigen bezüglich ihres Leitungssystemes keinerlei Besonderheiten. Die Leitbündel gleichen - abgesehen von der Grösse - dem des Blattstieles. In die einzelnen Fiederchen, deren Zahl oft 20 übersteigt, tritt je ein Leitbündel ein, und zwar spaltet sich dieses von dem Leitbündel der Blattspindel bereits unterhalb der Abbiegungsstelle ab und verläuft zunächst auf kurzer Strecke (fast parallel) dicht neben dem Blattspindel-Leitbündel, eine Erscheinung, die auch sonst bei der Abzweigung von Seitennerven beobachtet worden ist (Abbildung 3).

In den Fiederchen selbst zeigen diese Leitbündel als Mittelnerven einen geschlängelten Verlauf und geben jedesmal auf der Konvexseite ihrer Windungen einen Seitennerven ab, der seinerseits sich in gleicher Weise verzweigt. Irgendwelche Leitbündel-Verbindungen bestehen innerhalb der Blattspreite nicht.

(1) OGURA in Tokio Bot. Mag. 1921.

Aus einem Artikel des Kommissions-Verlegers
im Buchhändler-Börsenblatt vom 7. Sept. 1922 über das "Repertorium".

"Da kam als Folge des 9. Novembers das allmählige Sinken unserer Valuta und dementsprechend das Heraufgehen des Druckerei-Tarifs. Mit meinen damals 50 Beziehern hätte ich den Preis, der für 30 Bogen nun 30 Mark betrug, schon in jener Zeit auf 150 bis 200 Mark heraufsetzen müssen und damit wahrscheinlich den Rest meiner Bezieher verloren; der Bezugspreis beträgt aber auch heute noch nur etwa 90 Mk. und vom 31. August ab 150 Mk. Da kam mir ein glücklicher Gedanke. Ich sagte mir: warum sollen eigentlich die Ausländer, bei denen nebenbei auch alles teurer geworden ist, viel weniger zahlen als früher? Also wurde der Preis festgesetzt auf 30 Mk. = 30 Shilling, = 38 Franken = 8 Dollar = 28 skand. Kronen usw. Und so ist er auch heute noch nach fast 4 Jahren, nur dass ich anstatt Mark "Goldmark" schreibe und für das Inland Teuerungszuschläge nehme, gegenwärtig also 200%, bzw. vom 1. Sept. 400%, die aber natürlich auch noch nicht entfernt an die Selbstkosten heranreichen. - Man kann sich denken, dass bei vielen Beziehern, namentlich bei Neutralen und Nordamerikanern, die Empörung über den "Wucher" nicht gering war. Die Angehörigen der Entente waren darin viel vernünftiger und erkannten den Grundsatz "Wie du mir, so ich dir" auf Grund ihrer eigenen "Mentalität" viel gerechter an. Abbestellt haben jedenfalls nur ganz wenige, wohl aber bekam ich eine Reihe teils schmerzlich bedauernder, teils ungemütlich grober Briefe, in denen man mir klar zu machen versuchte, dass ich durch eine derartige Preispolitik das Deutschtum nicht beliebter machen würde. Besonders kamen solche Briefe aus Schweden, Holland und der Schweiz. Den Schweizern machte ich klar, dass es ihnen freistünde, jederzeit in Schweizer Milch oder in Schweizer Schokolade zu zahlen, denn diese Gegenstände seien ja, wenigstens in der Schweiz, ebensowenig bedeutend im Preise gestiegen wie mein Repertorium Wenn dann mit Bedauern erklärt wurde "Das ist nun mal leider so", konnte ich mit Recht dasselbe erwidern. Im Übrigen erkläre ich mich zum Entgegenkommen bei wirklichen Notlagen gern bereit, wie ja die Staatlichen Instituts Deutsch-Österreichs auch heute noch nur 30 Papiermark zahlen ohne jeden Teuerungszuschlag."

Ueber die Bedeutung des Milch- und Schleimsaftes für die Beseitigung des überschüssigen Calziums,
Ein Beitrag zur Exkretphysiologie der höheren Pflanzen.

Von ALBIN ONKEN (Würzburg).

In vorliegender Arbeit ist auf STAHL's Anregung der Versuch unternommen, der Frage nach einer Funktion des Milchsaftes von e x k r e t physiologischer Seite näher zu kommen. Der Gedanke, die Milchröhren als Exkretbehälter anzusprechen, ist keineswegs neu (1). Indessen liegen keine diesbezüglichen Einzeluntersuchungen vor und wo immer von dieser Funktion summarisch die Rede ist (2), denkt man durchweg nur an die organischen Substanzen des Milchsaftes und lässt die anorganischen Anteile unberücksichtigt.

Diese Denkweise ist ohne weiteres verständlich, da die Menge der Aschenbestandteile im Verhältnis zu der als Exkrete möglicherweise inbetracgt kommenden organischen Stoffe (3) im allgemeinen gering ist, wie dies jede Milchsaftanalyse dartut.

Anderseits machen aber schon De BARY (4) und SCHULLERUS (5) auf massenhaftes Vorkommen wasserlöslicher Kalksalze - vornehmlich Malate - im Milchsaft von *Euphorbia Lathyris* aufmerksam, und MOLISCH (6) hat sodann für eine ganze Reihe milchender Gewächse aus verschiedenen Familien einen mehr oder weniger grossen Calcium-Gehalt ihres Latex mikro- und zum Teil auch makrochemisch nachgewiesen(7).

Des weiteren betont bereits De BARY (8), dass sich "innere Sekretbehälter", zu denen er auch die Calciumoxalat führenden Kristallschläuche rechnet, und Milchsaftröhren gegenseitig ausschliessen; er versucht aber nicht, diese beiden Tatsachen (den z.T. grossen Ca-Gehalt der Milchröhren und ihr Vikariieren mit den Kristallschläuchen) in einen Kausalzusammenhang zu bringen und womöglich physiologisch auszuwerten. Hier hat unsere Untersuchung einzusetzen, in die abgesehen von der Oxalatbildung natürlich auch die anderen Möglichkeiten, die der Pflanze zur Beseitigung des Kalk-Überschusses zur Verfügung stehen, einbezogen werden müssen.

Wenn wir nunmehr von exkretphysiologischer Seite an das Latex-Problem herantreten und ihm speziell unter dem Gesichtspunkt der Kalkfrage näher zu kommen suchen, so machen wir uns von vorn herein kein Hehl daraus, bestenfalls nur einen Beitrag zur Lösung desselben liefern zu können. Nicht nur, dass wir bei einem quantitativ und qualitativ so heterogenen Gebilde, wie es der Milchsaft ist, u. E. niemals d i e Funktion werden aufzeigen können, sondern es kaum möglich sein wird, auch nur e i n e der verschiedenen Funktionen des Latex s c h l e c h t-

---

(1) Von einer begriffskritischen Erörterung der Termini "Sekret" und "Exkret" muss hier abgesehen und auf die Zusammenstellung bei ARTHUR MEYER (Analyse der Zelle der Pflanzen und Tiere I (1920) p. 307 ff verwiesen werden. Ferner finden sich einige Angaben in C. K. SCHNEIDER, Ill. Handwörterb. d. Bot. 2. Aufl. (1917), herausgeg. v. LINSBAUER. - Uns erscheint es am praktischsten, anlehnend an die ZIEGLER'sche und STAHL'sche Gebrauchsweise die Unterscheidung in physiologisch-ökologischer Beziehung zu treffen, derart, dass die dem direkten Stoffwechsel auf mehr oder weniger lange Zeit entzogenen, im Organismus verbleibenden, ernährungsphysiologisch noch verwertbaren und gegebenenfalls in jenen wieder eintretenden Stoffe als S e k r e t e bezeichnet werden, demgegenüber die im Pflanzenkörper abgelagerten oder nach aussen beförderten Stoffe, die zwar ernährungsphysiologisch bedeutungslos, ökologisch jedoch für die Pflanze von Bedeutung sind oder doch sein können, E x k r e t e genannt werden. Dass sich eine absolute feste Grenze nicht ziehen lässt, versteht sich von selbst.

h i n absolut sicher zu stellen. In dieser Annahme werden wir bestärkt, wenn wir uns daran erinnern, dass den Pflanzen zur Beseitigung eines etwaigen Kalk-Überschusses vielfach mehrere Wege nebeneinander zur Verfügung stehen und auch nebeneinander benützt werden und dass nach MOLISCH (9) "in vielen Milchsäften viel Kalk, in vielen wenig und bei manchen kein Kalk nachgewiesen werden konnte" (10). Es steht mithin a priori zu erwarten, dass der Milchsaft in einer Reihe von Fällen - womöglich oder gar wahrscheinlich neben andern Funktionen - als typischer Kalkspeicher dient, in andern Fällen hingegen nur in geringem Masse, in wieder andern gar nicht mit dieser Funktion betraut ist.

Es sei an dieser Stelle einiges über die verschiedenen Möglichkeiten, die den Pflanzen zur Beseitigung ihres Kalküberschusses zur Verfügung stehen, gesagt. An erster Stelle ist die Ablagerung als Calciumoxalat, sei es in der Membran, sei es, wie es meistens der Fall ist, im Lumen der Zelle, zu nennen, die ja bekanntlich im Pflanzenreich sehr verbreitet ist. Bezüglich der interessanten, oft behandelten Frage nach der Beziehung zwischen dem Calcium und der Oxalsäure sei auf die einschlägigen Original-Arbeiten und die historisch-kritischen Zusammenfassungen verwiesen (11), woselbst weitere Literatur angegeben ist.

Eine zweite, allerdings erheblich weniger vorkommende Art der Kalkbeseitigung ist durch die Möglichkeit der Carbonatbildung gegeben. Dabei ist es für unsere Frage gleichgiltig, ob es an der Oberfläche (12) oder im Innern der Pflanze entsteht. Als Orte der Calcium-Karbonateinlagerung kommen bekanntlich vornehmlich die Cystolithen und Cystolithen-Haare in Betracht, nur sie sind, von wenigen anderen Fällen abgesehen, in der vorliegenden Arbeit berücksichtigt.

Als dritte Form der Kalkreinigung möchte ich - im Anschluss an STAHL (13) - die Ausscheidung des Kalkreichtums mit der Guttations-Flüssigkeit nennen. In welchem Masse die Guttation an der Beseitigung des überschüssigen Calciums beteiligt ist, muss allerdings durch quantitative Untersuchungen noch klar gestellt werden. Diese Versuche würden sich erstens über die ganze Vegetationsperiode bzw. Lebensdauer der gewählten Pflanze zu erstrecken haben (eben um den Gesamtertrag des in der Ausscheidungsflüssigkeit enthaltenen Calciums zu erfassen), zweitens, um Mittelwerte zu erhalten, mit mehreren möglichst gleichwertigen Objekten derselben Spezies durchzuführen und drittens und vor allem auch auf eine quantitative Bestimmung des in der Asche der Versuchspflanzen enthaltenen Calciums auszudehnen sein (14).

Ob bei Berücksichtigung dieser Momente sich die Bedeutung der Guttation für die Beseitigung speziell des überschüssigen Calciums als so gering erweist, wie es heute vielfach angenommen wird, darf wohl bezweifelt werden.

Neben den Hydathoden sollen nach DELEANO (15), Severini (16) und MAZE (17) auch die Wurzeln an der Ausscheidung mineralischer und organischer Stoffe beteiligt sein; diese Möglichkeit ist im folgenden nicht berücksichtigt.

Schliesslich könnte das zum Aufbau nicht verwendete Calcium in Form löslicher Salze im Zellsaft belassen sein. In diesem Fall kann natürlich von einer Kalk-Beseitigung nicht die Rede sein, auch von einer Speicherung [1] wird man nicht sprechen können; denn einmal wäre das Calcium in diesem Falle doch ein (möglicher Weise sogar integrierender) Bestandteil des Zellsaftes und als solcher für die osmotischen Verhältnisse und damit für das Lebensgetriebe schlechthin von mehr oder weniger grosser Bedeutung und zum andern sind, soweit mir bekannt, die Mengen der im Zellsaft gelösten Kalksalze v e r h ä l t n i s m ä s s i g gering. Es kommt hinzu, dass und die diesbezüglichen Reaktionen keinen Aufschluss darüber geben, inwieweit die ausgefällten Kalksalze (Sulfat und Oxalat) von einem eventuellen Kalküberschuss und inwieweit sie von dem am Aufbau beteiligten Calciumverbindungen (etwa Pectaten oder Komponenten der Globoide) herrühren.

---

1) Unter Speicherung verstehen wir eine vorübergehende oder dauernde Anhäufung eines oder mehrerer Stoffe in bestimmten, anatomisch wohl charakterisierten Behältern. Im ersten Fall wird es sich wesentlich um ernährungsphysiologisch verwertbare Stoffe (Sekrete), im zweiter Fall um in diesem Sinn unbrauchbare Stoffe (Exkrete) handeln.

Trotz dieser Unsicherheit und trotz später zu erör-ternder methodischer Schwierigkeiten werden wir gerade für die vorliegende Arbeit eventuell im Zellsaft gelöst enthaltene Kalksalze wohl zu berücksichtigen haben, da wir ein gewisses Gewebselement, in unserm Falle die Milch- und Schleimröhren - einschliesslich ähnlicher Exkretbehälter - nur dann als Kalkspeicher anzusprechen berechtigt sind, wenn sie erheblich m e h r Calcium enthalten als die übrigen Gewebe.

Nach diesen Vorbemerkungen zum eigentlichen Thema formulieren wir nunmehr unsere

Fragestellung

folgendermassen:

1. Ist das Fehlen oder Zurücktreten des Calciumoxalats in den mit Milch- oder Schleimröhren oder ähnlichen Exkretbehältern ausgestatteten Pflanzen eine allgemein verbreitete Eigenschaft?

2. Sind bei den infrage stehenden Pflanzen andere Möglichkeiten der Kalkbeseitigung gegeben?

3a. Fungieren die Inhalte der entwickelungsgesch-ichtlich-anatomisch z.T. verschiedenen Exkretbehälter als Kalkspeicher?

3b. und sind die Behälter in dieser Beziehung als annähernd gleichwertig zu betrachten?

Mit der Fragestellung ist auch der

Gang der Arbeit

gegeben. Es ist das Material

1. auf Calciumoxalat,

2. auf Calciumcarbonat, auf Guttation (gegeben Falls ist die Ausscheidungsflüssigkeit auf Calcium zu prüfen) und auf gelöste Kalksalze zu untersuchen und

3. der Milch- oder Schleimsaft auf Calcium in Form gelöster oder ungelöster Salze zu prüfen.

Der Mitteilung der Untersuchungen seien einige Worte über

DAS MATERIAL UND DIE METHODEN

vorausgeschickt. Jenes entstammt z.T. dem Jenaer, z.T. dem Freiburger botanischen Garten oder den Gewächshäusern dieser Gärten und ist grossenteils zur Blütezeit der betreffenden Pflanzen oder kurz vorher, seltener nachher untersucht. Es wurden im allgemeinen mittelgrosse Blätter und Stengel mittlerer Dicke gewählt. Die zu untersuchenden Schnitte wurden stets in grösserer Zahl angefertigt und möglichst verschiedenen Stellen entnommen. Die Beobachtungen über die Guttation sind zum grossen Teil in den frühen Morgenstunden des Augustmonats 1916 gemacht worden.

Zum a n a t o m i s c h e n Teil der Untersuchungen ist bezüglich der Methode kaum etwas zu bemerken. Die Schnitte wurden in destilliertem Wasser und dann in etwa 5%iger chemisch reiner Essigsäure untersucht. Das Calciumcarbonat fand, wie bereits erwähnt, im allgemeinen nur dort Berücksichtigung, wo es in grösserer Menge, meist in Cystolithen oder in Cystolith-Haaren auftrat. - Wenn infolge schlecht ausgebildeter Formen der Kristalle über ihre stoffliche Natur Zweifel entstanden, wurde das Präparat mit etwa 3%iger chemisch reiner Schwefelsäure behandelt. Allerdings werden so nicht alle Zweifel behoben, da bekanntlich gerade die winzigen Oxalatkristalle unbestimmter Form, wenn sie in geringer Menge vorhanden sind, von Schwefelsäure vielfach nicht gelöst und in Gips übergeführt werden (18).

Was die chemische Untersuchung anbelangt, so wurden 1 - 2 Tropfen des frisch ausfliessenden Safts auf einen gründlich gesäuberten Objektträger gebracht, mit einem Tropfen 3 - 5%iger chemisch reiner Schefelsäure versetzt und nach einiger Zeit beobachtet, ob und in welcher Menge Gips ausgefallen war. Versuchsweise dienten einige male Natriumcarbonat (19), ferner Kalilauge bzw. ein Gemisch aus dieser und Kaliumcarbonat (20)als Reagens auf Calcium, zwei Methoden, die nach gemachten Erfahrungen der Schwefelsäure-Reaktion jedoch nicht gleichwertig sind.

Um einer Verwechselung der Gipsnadeln mit etwaigen Alkaloid-Ausfällungen vor-

zubeugen, wurde, soweit die Menge dazu reichte, neben der mikrochemischen Untersuchung stets eine Veraschung des Safts auf einem Platinblech vorgenommen. Den Rückstand nahm ich mit reiner, etwa 5%iger Essigsäure auf, führte die Lösung mittels einer feinen Pipette in ein enges Reagensglas über und versetzte sie mit einigen Tropfen einer Lösung von etwa 5%igem Ammoniumoxalat. Eine ± starke Trübung oder Ausfällung zeigt einen grösseren oder geringeren Calciumgehalt des Saftes an.

Die Ausscheidungsflüssigkeit wurde im allgemeinen nur mikrochemisch auf Calcium geprüft; nur wo die Reaktion zweifelhaft ausfiel, wurde sie, falls eine genügende Menge gesammelt werden konnte, auch makrochemisch untersucht.

Wie bereits kurz angedeutet, stellen sich beim Nachweis der im Zellsaft eventuell vorkommenden gelösten Calcium-Verbindungen Schwierigkeiten ein. Diese sind zunächst ganz allgemein dadurch bedingt, dass der Milch- oder Schleimsaft nicht restlos austritt; auch ein mehrfaches Waschen der Schnitte mit destilliertem Wasser kann diesen Übelstand nicht völlig beseitigen. Durch den eventuellen Kalkgehalt der in den Schnitten verbliebenen Saftspuren kann das Resultat sehr wohl beeinflusst werden. Weiter wird das Ergebnis und zwar in gleichem Sinne dadurch abgeändert, dass ja, wie bereits erwähnt, auch das zum Aufbau benützte Calcium ausgefällt wird. Diese beiden Momente sind bei der Bewertung der Ergebnisse wohl in Rechnung zu stellen. Zu dieser Unsicherheit kommt eine weitere viel schwerer wiegende in allen Fällen, in denen im Gewebe geformte Kalksalze (Oxalat oder Carbonat) abgelagert sind; u. E. wird hier jedes Resultat bezüglich der gelösten Kalksalze illusorisch; eine diesbezügliche Untersuchung der Gewebe ist in diesen Fällen im allgemeinen nicht ausgeführt worden.

Dass die benützten Reagentien und das destillierte Wasser von Zeit zu Zeit durch blinde Versuche auf ihre chemische Reinheit geprüft wurden, ist selbstverständlich. Erwähnt sei nur noch, dass ich das Guttationswasser mit wenig Ausnahmen nur von solchen Pflanzen sammelte, deren Blätter am vorhergehenden Abend mit destilliertem Wasser sorgfältig abgewaschen, rasch mit aschefreiem Filtrierpapier abgetupft und darauf mit einer Glasglocke überdeckt worden waren.

Bezüglich der Mitteilung der

Untersuchungen

sei bemerkt, dass, um Wiederholungen zu vermeiden, von einer Gliederung in einen anatomischen und einen chemischen Teil abgesehen wurde. Aus dem gleichen Grunde sind die Beobachtungen über den Nitratgehalt (21) und über die Reaktion des Saftes auf Lackmuspapier direkt angeschlossen, obgleich sie zum Thema nicht weiter in Beziehung stehen dürften.

Für die vorliegende Arbeit kommen einmal die mit Milchröhren oder ähnlichen Exkretbehältern ausgestatteten Dikotyledonen, Musaceen und Aroideen, und sodann die schleimsaftführenden Liliifloren inbetracht. Von den dikotylen Pflanzen bespreche ich

I. FORMEN MIT UNGEGLIEDERTEN MILCHRÖHREN,

von denen die

EUPHORBIACEEN

an den Anfang gestellt seien. Auf die z.T. reiche, anatomisch wechselnde Ausbildung des innern sekretorischen Systems ist hier nicht einzugehen; man mag darüber bei SOLEREDER (22) nachlesen. - Untersucht wurden von den hierher gehörigen Formen eine grössere Anzahl Vertreter der Gattung *Euphorbia*, ferner Angehörige der Gattungen *Mercurialis*, *Ricinus* und *Codiaeum*.

Bekanntlich kommen bei den Euphorbiaceen Carbonateinlagerungen (23) nicht vor; Guttation habe ich nur einmal an den jüngsten Blättern von *Euphorbia Paplus* gefunden. Diese beiden Arten der Kalkbeseitigung kommen also für die *Euphorbiaceae* praktisch nicht infrage. Bei einer ganzen Anzahl von *Euphorbia*-Arten, wohl bei der weitaus grössten Zahl, fehlt ferner das Oxalat entweder ganz, oder es tritt mehr oder weniger zurück. Da endlich gelöste Kalksalze im Gewebe nur spurenweise vorhanden sind, so kommt für die Gattung *Euphorbia* im wesentlichen nur der Milchsaft als Kalkspeicher in Betracht.

Im einzelnen ergaben die Untersuchungen folgendes:

Der hohe Kalkgehalt des Milchsaftes von *Euphorbia Lathyris* wurde mikro- und makrochemisch bestätigt (24). Im ersten Fall war das Gesichtsfeld schon kurz nach dem Zugeben der Schwefelsäure mit einem Gewirr ± grosser Gipsnadelbündel übersät; ihre Bildung beginnt - das gilt ganz allgemein - am Rande des Tropfens und schreitet dann nach innen zu fort. Makrochemisch liefern schon wenige Tropfen des stark ausfliessenden Saftes einen dicken weissen Niederschlag von Oxalat. - Was das spontane Auskristallisieren des Calciummalats (nach FLÜCKIGER) aus den an der Luft befindlichen Milchsaftröhren anbelangt, wie es von De BARY, SCHULLERUS und MOLISCH beobachtet wurde, so sei dazu bemerkt, dass ich es Ende Mai in erstjährigen Freilandpflanzen auch verfolgen konnte, dass es hingegen im Latex zweijähriger Exemplare, obwohl vom gleichen Standort genommen, sowie im Saft junger Pflanzen, die ausser den Keimblättern nur 2 weitere Blätter entwickelt hatten, und die im Warmhaus bei einer mittleren Temperatur von etwa 25 Grad ausgekeimt waren, ausblieb. Die im ersten Fall gebildeten Kristalle, besser Kristall-Aggregate, ähneln z.T. den von MOLISCH (25) wiedergegebenen, z.T. sind es ± kleine stäbchenartige Gebilde, dann wieder büschel- oder garbenartige, endlich ganz unregelmässige, klumpige Formen. Sehr kleine Stäbchen-, Büchel- und Garben-artige Kristallbildungen habe ich auch im eingetrockneten Saft etiolierter, hingegen nicht in solchem normaler Triebe verschiedenen Alters von *Euphorbia Fournieri* gefunden. Weiter wurden diese Verhältnisse nicht verfolgt, da sie hier für uns kein unmittelbares Interesse haben. - Ob das Ausbleiben der Fällung bei *Euphorbia Lathyris*, wie es übrigens SCHULLERUS (26) für Freiland-Keimpflanzen beobachtet hat, lediglich eine Folge eines erheblich geringeren Kalkgehalts des Saftes ist (eine Annahme, die in unserm ersten Fall allerdings nicht recht verständlich wäre), ob der möglicherweise periodisch wechselnde Äpfelsäuregehalt (27) oder ob andere unbekannte Ursachen dafür verantwortlich zu machen sind, muss dahingestellt bleiben.

Im übrigen reagiert der Saft der *Euphorbia Lathyris* deutlich sauer und enthält weder Kristalle [1] noch Nitrate. - Im Gewebe ist kein Oxalat enthalten. Auf gut gewässerten Längs- und Querschnitten durch den Stengel sowie in nächster Nähe von Querschnitten aus verschiedenen Partien der Lamina hatten sich nach längerem Einwirken eines Tropfens Schwefelsäure ganz vereinzelt einige Gipsnadeln gebildet. In andern Schnitten, die mehrere Stunden [2] in essigsauerm Ammoniumoxalat[3] gelegen hatten, fanden sich in der Rinde, seltener im Mark und Mesophyll, hingegen nicht in den trachealen Bahnen und Siebelementen, einige wenige Oxalattäfelchen, die unter gekreuzten Nicols farbig aufleuchteten. Neben diesen zwar kleinen aber stets gut ausgebildeten Kristallen traten hin und wieder winzige, aufleuchtende Pünktchen von unbestimmter Form auf. Selbst wenn die Ausfällungen restlos auf die in gelöster Form im Gewebe enthaltenen Kalksalze zurückzuführen sind, erweisen sich diese gegenüber den im Milchsaft enthaltenen als äusserst gering. Da andere Arten der Kalkbeseitigung, wie wir gesehen haben, nicht infrage kommen, so muss der Milchsaft von *Euphorbia Lathyris* als typischer Kalkspeicher angesehen werden.

Bei den weitaus meisten aller untersuchten Pflanzen fallen die beiden Reaktionen auf die im Gewebe gelöst vorkommenden Kalksalze sehr gleichmässig aus. Die Behandlung mit Schwefelsäure liefert immer wieder einige wenige Gipsnadeln oder -Bü-

---

1) Da ich, in Übereinstimmung mit den bisherigen Ergebnissen, nur im Milchsaft der Sapotacee *Mimusops Elengi* (weitere Vertreter dieser Familie standen mir nicht zur Verfügung) Oxalatkristalle angetroffen habe, wird das Fehlen derselben weiterhin nicht mehr erwähnt; es sei aber darauf hingewiesen, dass SOLEREDER (l.c. p. 842) für *Hura* und *Mabea* "Drusen aus oxalsaurem Kalk" als Inhaltskörper der Milchröhren nennt. Beide wurden von mir nicht untersucht.

2) Ich liess sowohl die Schwefelsäure als auch das mit Essigsäure versetzte Ammonium-Oxalat 3 - 4 Stunden, oft auch bedeutend länger (über Nacht) einwirken, womit nicht behauptet werden soll, dass eine so lange Einwirkung notwendig sei.

3) Dieser chemisch nicht einwandfreie Ausdruck sei hier und im folgenden der Kürze halber gestattet.

schel oder auch beides nebeneinander auf den Schnitten oder in ihrer nächsten Umgebung; die Ammoniumoxalat-Essigsäure-Reaktion zeigt fast stets die kleinen, im Gewebe verstreuten, farbig aufleuchtenden Oxalattäfelchen neben den winzigen, unregelmässigen Körnchen. Bei der zweiten Methode trifft man vereinzelt neben Kristall-führenden Schnitten im selben Präparat auch einen kristallfreien Schnitt. Ob es sich in diesen Ausnahmefällen um kalksalzfreie Partien handelt, eine Annahme, die nicht gerade sehr wahrscheinlich ist, ob die ursprünglich gebildeten Kristalle aus dem Schnitt herausgefallen sind, oder ob schliesslich irgendwelche Zufälligkeiten dabei mitspielen, bleibe dahingestellt. Die Untersuchungen zeigen jedenfalls (und um das darzutun oder zu widerlegen wurden sie ja recht eigentlich durchgeführt), dass durchweg in allen Fällen, in denen man den Milchsaft aufgrund seines mehr oder weniger grossen Kalkgehalts als Kalkspeicher anzusprechen geneigt ist, diese Entscheidung durch die geringe Menge der im Gewebe in gelöster Form enthaltenen Kalksalze in keiner Weise beeinträchtigt wird.

Euphorbia verrucosa Lam. ist eine der wenigen nicht sukkulenten Euphorbien, bei denen ich im Mark und namentlich in der Rinde Calciumoxalat gefunden habe. Die Angabe SOLEREDER's (28), dass Calciumoxalat in der Gattung *Euphorbia* nur bei *E. splendens* vorkomme, trifft also nicht zu. - Merkwürdigerweise treten normal ausgebildete Kristalle nur vereinzelt auf, jedenfalls habe ich sie nur selten beobachten können; im allgemeinen sind dieselben mehr oder minder unvollständig. Im einzelnen soll über diese und ähnliche Befunde bei *Euphorbia villosa* in einer andern Arbeit berichtet werden. Erwähnt sei nur noch, dass in manchen Schnitten die Kristalle fehlen, in andern hingegen wieder in mehreren, oft relativ langen Reihen nebeneinander lagen, übrigens ein Umstand, der es dringend gebietet, bei derartigen Untersuchungen zahlreiche und möglichst verschiedenen Teilen entnommene Schnitte zu durchmustern. - Im Blatt habe ich trotz langem Suchen keine Kristalle gesehen. Querschnitte durch die Lamina wurden daher auf gelöste Kalksalze geprüft. Sowohl die Schwefelsäure als auch die Ammoniumoxalat-Essigsäure-Behandlung zeigten nie Spuren davon an. - Der hier ebenfalls in ansehnlichen Mengen austretende Milchsaft weist einen reichen Kalkgehalt auf, wie aus der mikro- und makrochemischen Reaktion hervorgeht. Er rötet blaues Lackmuspapier leicht und ist nitratfrei.

Euphorbia epithymoides Jacq. führt kein Oxalat im Gewebe. Im übrigen verhält sie sich ganz ähnlich wie *E. verrucosa* . Beide Untersuchungsmethoden deuten auf grössere, im Saft enthaltene Kalkmengen hin.

Euphorbia Helioscopia L. schliesst sich der vorhergehenden Form völlig an.

Bei *Euphorbia Gerardiana Jacq.* tritt die Saftmenge etwas zurück. Das Gewebe ist oxalatfrei. Im Milchsaft lässt sich sowohl durch die Schefelsäure-Reaktion als auch durch die Behandlung mit essigsaurem Ammonoxalat Calcium nachweisen, wenn auch die Reaktion nicht ganz so intensiv ausfällt, wie bei den bisher besprochenen Formen. Es darf jedoch nicht verschwiegen werden, dass sich dieser Passus lediglich auf Formen bezieht, die dem Jenaer botanischen Garten entnommen waren. Bei annähernd gleichaltrigen Exemplaren des Freiburger botanischen Gartens war der Kalkgehalt des Milchsafts höher. - Gelöste Kalksalze sind nur in Spuren im Gewebe vorhanden, so dass der Milchsaft durchaus als Kalkspeicher anzusprechen ist. - Der sauer reagierende Saft zeigt eine schwache Nitratreaktion. - Dieser Form ähnlich verhält sich

Euphorbia Cyparissias L , die allerdings einen etwas reicheren Saftgehalt aufweist. Auch hier findet sich kein Oxalat im Gewebe. Der mikro- und makrochemisch nachgewiesene Kalkgehalt des Safts ist im Verhältnis zu der Mehrzahl der Formen gering, eine Tatsache, die sich vielleicht aus der Mycotrophie der Pflanze erklärt (29). Immerhin ist er grösser als der der Gewebe, wie sich auf beiderlei Art unschwer feststellen lässt. - Der Milchsaft rötet blaues Lackmuspapier (30) und gibt mit Diphenylamin-Schwefelsäure eine schwache Blaufärbung.

Euphorbia exigua L. ist ebenfalls oxalatfrei. Im Saft bzw. in seiner Asche lässt sich mittels beider Methoden deutlich Calcium nachweisen. Hingegen fällt die Nitratreaktion des sauer reagierenden Safts negativ aus. - Einen stärkeren Kalkgehalt weist der Saft der oxalatfreien

Euphorbia Myrsinites L. auf. Im Gewebe der Axe und des Blattes sind geringe Mengen vorhand gelöster Kalksalze enthalten; auf Schwefelsäure-Zusatz bilden sich vereinzelt grosse Gipsnadeln, daneben hin und wieder kleine Büschel. Die Behandlung mit Ammoniumoxalat-Essigsäure liefert die mehrfach erwähnten kleinen Oxalattäfelchen neben winzigen, unregelmässigen Körnchen. Der sehr reichlich ausfliessende Saft reagiert sauer und enthält keine Nitrate.

Euphorbia palustris L. führt in der Rinde und im Mark gut ausgebildete Oxalat-Drusen, wenn auch nicht in grosser Zahl. Auf Stengel-Querschnitten gewahrt man ferner im Bast reihenweis angeordnete Einzelkristalle. In den Blättern konnte ich kein Oxalat finden. Der Saft enthält grosse Mengen gelöster Kalksalze, wie beide Untersuchungsmethoden dartun. Er reagiert sauer und gibt mit Diphenylamin-Schwefelsäure keine Blaufärbung. - Wie bei *Euphorbia verrucosa*, so ist auch hier der Milchsaft n e b e n der Oxalatbildung in den Dienst der Kalkreinigung gestellt.

Euphorbia esula L. nimmt unter den untersuchten Formen insofern eine Sonderstellung ein, als ich hier (wie bereits erwähnt) an den jüngsten Blättern Guttation feststellen konnte. Das in winzigen Tropfen ausgetretene Wasser enthält, wie die Schwefelsäure-Reaktion zeigt, geringe Kalkmengen. - Der reichlich ausfliessende, sauer reagierende Saft enthält weniger Kalk als der der meisten andern untersuchten Formen. - Das Gewebe ist kristallfrei. - Der Saft enthält keine Nitrate.

Da die Guttation nach unserm Befund bei dieser Pflanze sehr wenig für die Kalkreinigung zu leisten scheint, käme, wie bei der Mehrzahl der untersuchten Euphorbien, auch hier die Speicherung im Saft allein in Betracht.

Der Milchsaft der oxalatfreien, stark milchenden

Euphorbia altissima Boiss. gibt mit Schwefelsäure versetzt eine sehr deutliche Kalkreaktion. Die Gipsnadeln und -Büschel entstehen in grosser Zahl und gut ausgebildeter Form. Behandelt man den bei der Veraschung erhaltenen Rückstand mit essigsaurem Ammonoxalat, so fällt Calciumoxalat in grosser Menge aus. - In dem sauer reagierenden Saft fand ich keine Nitrate.

Euphorbia villosa W. et K. enthält in dem sehr reichlich ausfliessenden Saft grosse Mengen gelöster Kalksalze. Ausserdem kommt in der Axe Calciumoxalat in Form von Einzelkristallen und Drusen vor. Stellenweise liegen die Kristalle in mehreren ± langen Reihen nebeneinander, dann wieder sind ziemlich weite Strecken kristallfrei. Die Verteilung des Oxalats ist also, wie wir das auch schon für *E. verrucosa* festgestellt haben, ziemlich unregelmässig. Des weiteren besteht zwischen diesen beiden Formen insofern eine grosse Ähnlichkeit, als auch bei *villosa* vollständige Kristalle nach allem, was ich gesehen habe, ziemlich selten sind. Es sei erwähnt, dass ich diese unvollständigen Kristalle oder Kristallaggregate sowohl in jungen diesjährigen Trieben wie auch in vorjährigen, abgestorbenen Stengel gefunden habe. Hier ist auf diese Dinge, die uns für die wohl noch nicht endgiltig entschiedene Frage nach der Möglichkeit einer teilweisen Wiederauflösung des Calciumoxalats von einiger Bedeutung zu sein scheinen, nicht näher einzugehen. - In Blattquerschnitten habe ich trotz langem Suchen kein Oxalat gefunden, ganz analog den Verhältnissen bei *E. verrucosa* und *E. palustris*. - Gelöste Kalksalze konnte ich mittels beider Methoden im Blatt in sehr geringen Mengen nachweisen. - Auf Diphenylamnin-Schefelsäure-Zusatz färbt sich der sauer reagierende Saft nach einiger Zeit rotbraun, Nitrate sind demnach nicht vorhanden. - Was uns an *E. villosa* besonders interessiert, ist die Tatsache, dass hier (ebenso wie bei *E. verrucosa* und bei *E. palustris* Milchsaft und Oxalsäure sich in die Aufgabe der Kalkbeseitigung teilen.

Als letzte Form der nicht sukkulenten Euphorbien wurde *E. lucida W. et K.* untersucht. Der Kalkgehalt des reichlich ausfliessenden Safts ist wesentlich geringer als bei der vorigen Form. Oxalat ist weder in der Axe noch im Blatt vorhanden, während gelöste Kalk-Salze hier wie dort in geringen Mengen festgestellt wurden. Als Kalkspeicher kommt demnach nur der Milchsaft in betracht. - Auf Lackmus und Diphenylamin-Schwefelsäure reagiert der Saft wie der der *E. villosa*.

Der Einzelbesprechung der hier anzuschliessenden stammsukkulenten Euphorbien

sei einiges über die Exkretphysiologie der Stammsukkulenten im allgemeinen vorausgeschickt. STAHL (31) hat wohl erstmals auf die mittelbar aus ihrer Ökologie, unmittelbar aus ihrer Anatomie sich ergebende exkretphysiologische Sonderstellung aufmerksam gemacht. Dass bei den typischen hier in Rede stehenden Xerophyten Wasserspalten und Wasserdrüsen normalerweise jedenfalls nicht vorhanden sind, ist hinlänglich bekannt (32). Ihr Fehlen schliesst wiederum die Guttation aus; diese Möglichkeit der Exkretbeseitigung fällt also für die Sukkulenten fort. Für die Stammsukkulenten kommt hinzu, dass im allgemeinen jedenfalls die Blätter infolge ihrer völligen Rück- oder Umbildung als Ablagerungsstätten für gelöste und geformte Exkrete nicht inbetracht kommen, ein Umstand, der sehr an Bedeutung gewinnt, wenn wir bedenken, dass sie bei einer sehr grossen Zahl von Pflanzen alljährlich durch neue, wieder aufnahmefähige Blätter ersetzt werden.

Nun kommen ja allerdings auch unter den stammsukkulenten Euphorbien Formen mit z.T. recht ansehnlichen, normalen oder ± fleischigen Blättern vor; als Beispiele seien *E. neriifolia* und die vielleicht als halb stammsukkulent zu bezeichnende *E. Fournierii* genannt. Jene wechselt nach BERGER (33) wenigstens in ihrer indischen Heimat alljährlich ihr Laub, bezüglich dieser fand ich keine dahingehenden Angaben. Gewächshauspflanzen können sich zum Winter mehr oder weniger stark entblättern, doch wird es sich bei den abgeworfenen Blättern wohl meistens um mehrjährige handeln.

Natürlich ist, das gilt ganz allgemein, mit dem blossen Vorkommen der Blätter noch nichts über deren eventuelle exkretphysiologische Leistung ausgemacht, in den beiden erwähnten Fällen sind sie jedenfalls bei der Kalkspeicherung (auf die wir uns immer beschränken) wesentlich nur insofern beteiligt, als sie von Milchröhren durchzogen sind und der Saft, wie wir im einzelnen noch sehen werden, auch bei den sukkulenten Euphorbien als Kalkspeicher anzusprechen ist.

Sehen wir, nachdem wir uns ihrer Möglichkeit erinnert haben, einmal von diesen doch relativ wenigen Fällen, in denen typisch stammsukkulente Pflanzen normale Blätter besitzen ab, so bleibt ihnen, falls nicht besondere Behälter ausgebildet sind, die an der Aufnahme der Exkrete wenigstens beteiligt sein k ö n n t en, nur die Möglichkeit, alle diese, während der ganzen Lebensdauer sich ansammelnden Stoffe in den normalen Zellen der Axe gelöst oder geformt abzulagern. Dass dabei namentlich die Menge des Calciumoxalats manchmal enorme Werte erreichen kann, ist ja beispielsweise von *Cephalocereus senilis*, bei dem nach SCHLEIDEN bis zu 85% des Aschengewichts der ganzen Pflanze aus Calciumoxalat besteht, bekannt. - Es ist allerdings anzunehmen, dass die im Vergleich mit den Nicht-Xerophyten zweifellos geringe Wasserdurchströmung einer allzugrossen Anhäufung mineralischer Stoffe durchweg vorbeugen dürfte.

Die Frage, wie die in derselben Familie auftretenden, oft sehr erheblichen Unterschiede bezüglich der Menge sowohl der gelösten wie geformten Exkrete - für gelöste Oxalate gibt neuerdings MOLISCH (34) solche extremen Schwankungen für die Cacteen an - im einzelnen physiologisch zu erklären sind, muss einstweilen offen gelassen werden.

Wir wenden uns der Besprechung der einzelnen Formen zu und beginnen mit 2 Vertretern der Sektion *Tirucalli*: *Euphorbia tirucalli L.* und *E. Laro Drake*. Sie stehen sich habituell ausserordentlich nahe, haben grüne, stielrunde Stämmchen und Äste und werfen die ursprünglich spärlich vorhandenen, dreieckigen bis linealischen Blätter bald ab. *Euphorbia tirucalli* ist nach VOLKENS (nach BERGER) für Deutsch-Ostafrika als "längs der Küste im Gebüsch, an Wasserläufen oder auch in der Wüste stellenweise kleine Wäldchen bildend" beschrieben worden, sie kommt ferner "als Heckenpflanze kultiviert und verwildert" u.a. auf Zanzibar, Ceylon und Java, auf den Molukken und Philippinen und in Indien vor. - Beim Anschneiden fliesst der sauer reagierende Saft sehr stark aus. Auf Schwefelsäure-Zusatz bekommt man eine enorme Kristallbildung. Unter den Kristallen finden sich einmal zahlreiche typische Gipsnadeln oder -Nadelbüschel. Daneben kommen in wechselnder Grösse Täfelchen vor, die an den Schmalseiten vielfach spitzwinklig einspringen; diese und kleine bis kleinste Stäbchen übersäen das ganze Gesichtsfeld. Am auffallendsten sind grosse, Kotillon-Ordenartige Kristallaggregate, deren zentraler

Teil vielfach aus zahlreichen spiessförmigen Kristallen zusammengesetzt und, soviel ich sehen konnte, von flächenartigen Bildungen unterlagert ist, die sich in den meisten Fällen ein ziemliches Stück über jene hinaus fortsetzen. Sie scheinen ihrerseits wieder aus einer Reihe aneinanderliegender Tafelpaare zu bestehen, bei denen die beiden Tafeln eines jeden Paars stumpfwinkelig zusammenstossen. Ich habe diese auffälligen Bildungen auch bei *E. Laro* wiedergefunden und ähnliche Aggregate sodann bei *Xanthosoma* und *Alocasia* beobachtet. - Nach Alkoholbehandlung bleibt das Präparat, soweit sich das vor allem bei der Fülle der vorher erwähnten oft winzigen Täfelchen und Stäbchen mit Sicherheit sagen lässt, unverändert erhalten. Weiter bin ich der Frage nach der chemischen Natur der eben erwähnten kleinen Kriställchen sowie der Kotillon-Ordenartigen Bildungen nicht nachgegangen. - Für unsere Zwecke versagt also hier wie auch bei *E. Laro* die mikrochemische Reaktion jedenfalls insofern, als sich die Menge des im Saft enthaltenen Calciums schwer schätzen lässt. Makrochemisch lassen sich im Saft erhebliche Kalkmengen einwandsfrei nachweisen. - Geformtes Oxalat habe ich im Gewebe nicht angetroffen, hingegen lassen sich sowohl mit Schwefelsäure wie auch mit essigsaurem Ammonoxalat gelöste Kalksalze nachweisen, die allerdings bezüglich ihrer Menge erheblich hinter dem Kalkgehalt des Milchsafts zurückstehen, sodass dieser auch hier als typischer Kalkspeicher anzusprechen ist. [1])

Euphorbia Laro Drake verhält sich in jeder Beziehung wie *E. tirucalli*. Es sei hier nachgetragen, dass der Saft beider Formen kein Nitrat enthält. Auf Zusatz von Diphenylamin-Schwefelsäure färbt er sich zunächst gelb, darauf gelbrot und schliesslich rotbraun. - Versuche, die im Saft enthaltenen Kalksalze an der Luft zum Auskristallisieren zu bringen, schlugen fehl.

Die zur Gattung *Tithymalus* gehörige, auf Felsen der kanarischen Inseln vorkommende *Euphorbia Regis-Jubae Webb et Bert.* ist ein Strauch mit runden, in der Jugend sukkulenten Ästen und linealen Blättern, die nach BERGER häufig periodisch abfallen. - Die Pflanze milcht sehr stark; die im Saft enthaltenen Kalksalze bleiben bezüglich ihrer Menge hinter der der beiden voraufgehenden Formen wesentlich zurück. Immerhin ist sowohl die mikro- als auch die makrochemische Reaktion recht deutlich (35).- Calciumoxalat fehlt in Axe und Blatt, hingegen finden sich geringe Mengen gelöster Kalksalze im Gewebe, denen gegemüber aber der Michsaft durchaus als Kalkspeicher angesprochen werden kann. - Er reagiert sauer und enthält keine Nitrate.

Die zur Gruppe der *Grandifoliae* zählende, in Indien heimische *Euphorbia neriifolia L.*, eine in ihrer Heimat baumartige Art von 6 - 7 m Höhe, hat einen in der Jugend fünfkantigen später rund werdenden etwa fussdicken, fleichigen Stamm und ansehnliche, ebenfalls etwas sukkulente Blätter, die wie bereits an anderer Stelle erwähnt, normalerweise im Herbst abfallen. - Der Kalkgehalt des sehr reichlich ausfliessenden Safts wird, soweit er sich schätzen lässt, etwa dem von *E. Regis-Jubae* gleichkommen; die makrochemische Untersuchung fällt noch etwas schwächer

---

1) In der Rinde beider Formen kommen - wie beiläufig erwähnt sei - charakteristische Bastfasern vor, die in jüngern Axenteilen, meistens zu Gruppen vereint, der Aussenseite der Siebteile anliegen, in älteren Partien über die ganze Rinde zerstreut sind. Sie verlaufen nicht geradlinig, sondern biegen vielfach rechtwiklig oder annähernd rechtwinklig um, manchmal wiederholt sich dieses Umbiegen ein zweites mal, diesmal aber entgegengesetzt, sodass der letzte Teil der Faser nicht rückläufig wird. Infolge des Umbiegens kann man (namentlich auf Axen-Querschnitten) quer und längs getroffene Fasern nebeneinander beobachten. Weiterhin zeichnen sich die Fasern durch eine auffallend schöne Membranschichtung aus, auf die auch (ganz allgemein) SOLEREDER (l.c. 1899, p. 833) hinweist. Die Enden der Faser sind keulenartig verdickt, teils mehr oder weniger zugespitzt. Einige male habe ich auch gabelige Verzweigung beobachten können. Länge und Dicke der Fasern wechseln, besonders auffallend sind ziemlich plötzlich auftretende Querschnittsveränderungen (Verengungen und Erweiterungen) an derselben Faser (vergl. auch SOLEREDER, Ergzbd. 1908, p. 288).

aus. In den peripheren Teilen der Axe habe ich ganz vereinzelt Oxalattäfelchen gefunden, in den Blattstielen scheint es praktisch überhaupt zu fehlen, jedenfalls ist mir in einer ganzen Anzahl von Blattstiel-Querschnitten nur einmal ein einzelner tafelförmiger Oxalatkristall zu Gesicht gekommen. Desgleichen habe ich in Querschnitten, die verschiedenen Teilen der Lamina entnommen waren, nur ein einziges mal ein als Oxalat anzusprechendes Kristallaggregat beobachtet. Es war aus winzig kleinen Kriställchen unbestimmter Form und etwas grösseren, säulen- bis tafelartigen Kristallen zusammengesetzt. - Des weiteren wurden Axe und Blatt auf gelöste Kalksalze untersucht, da die äusserst geringen Oxalatmengen eine wesentliche Störung dieser Reaktion nicht befürchten liessen. Das Ergebnis fällt positiv aus und lässt vermuten, dass die Menge der im Gewebe gelöst enthaltenen Kalksalze nicht wesentlich hinter der der im Milchsaft gespeicherten zurückbleibt. Man kann also hier im Zweifel sein, ob dem Milchsaft in diesem Falle für die Kalkspeicherung eine dominierende Rolle zukommt; zur sicheren Entscheidung würde es mehrerer vergleichender quantitativer Analysen bedürfen, die eine zu starke Schädigung und Schändung der Gewächshauspflanze bedingt haben würden, alsdass sie hätten durchgeführt werden können. - Der sauer reagierende Saft färbt sich mit Diphenylamin-Schwefelsäure-Zusatz braungrau, nachdem eine flüchtige, ganz minimale Blaufärbung im Augenblick wieder verschwunden ist.

Aus der Sektion der *Trigoneae* wurde die südafrikanische *Euphorbia grandidens Haw.* untersucht, "ein bis 10 m hoher Baum mit dichter, runder Krone und geradem, oft mannsdickem Stamme" (BERGER). Sie hat kleine, sitzende, rundlich-deltoide Blätter. - Der Saftausfluss ist nicht so stark wie bei den letztgenannten Formen, zudem etwas ungleich. Sein Kalkgehalt ist nicht wesentlich grösser als der des Saftes von *E. neriifolia*. Wie Quer- und Längsschnitte durch die Axe zeigen, ist das Mark übersät mit kleinen und kleinsten unter gekreuzten Nicols aufleuchtenden Punkten. Bei stärkerer Vergrösserung kann man zwischen gut ausgebildeten Einzelkristallen und wesentlich kleineren stäbchenartigen oder mehr weniger unregelmässigen Gebilden deutlich unterscheiden. Jene kommen durchweg nur in Einzahl und nur verstreut in den Zellen vor und treten namentlich als an den Schmalseiten giebelartig zugespitzte Täfelchen (Kombination der rhombischen Tafel mit dem Klinopinakoid) und als die bekannten "Briefkouvert"-Formen (tetragonale Doppelpyramide) auf, diese finden sich in grösserer Zahl vereinigt als Kristallsand in den Zellen. Von einer Prüfung auf gelöste Kalksalze wurde abgesehen, da das geformte Oxalat die Resultate zweifellos beeinflusst hätte. - Bezüglich der Kalkbeseitigung scheinen uns bei *Euphorbia grandidens* die Speicherung im Saft und die Oxalatbildung annähernd gleichwertig zu sein. - Der Milchsaft färbt blaues Lackmuspapier intensiv rot; auf Zusatz von Diphenylamin-Schwefelsäure tritt eine gelb- bis orange-Färbung ein[1].

Euphorbia resinifera Berg, zur Sektion *Polygonae* gehörig, ist in Nordafrika heimisch und kommt dort nach BERGER vornehmlich in der Provinz Susa, an den niederen Abhängen des Atlas als bis 2 m hoher reich verästelter Strauch mit sehr kleinen, zugespitzten, bräunlichen Blättern vor. - Die Pflanze milcht ausserordentlich stark und enthält reiche Mengen gelöster Kalksalze im Saft, wovon man sich mittels beider Methoden leicht überzeugen kann. Mit diesem Kalkreichtum des Milchsafts stimmt das Fehlen geformten Oxalats im Gewebe gut überein. Gelöste Kalksalze sind allerdings im Gewebe vorhanden, doch nicht in solcher Menge, dass die typische Speicherfunktion des Safts dadurch auch nur in Frage gestellt werden könnte. Bezüglich des Nachweises gelöster Calciumverbindungen im Gewebe sei erwähnt, dass ich hier, wie übrigens auch in einigen anderen Fällen, anstelle des essigsauren Ammonoxalats etwa 3%ige Oxalsäure benützte. Die Schnitte blieben verschieden lange (1/4 - 3 Stunden) darin liegen, wurden dann einige Zeit in Essigsäure gebracht

1) Es sei beiläufig auf das Vorkommen intraxylären Phloems bei *Euphorbia grandidens* hingewiesen. An mehreren Stellen waren typische Siebplatten zu sehen. - Vgl. auch SOLEREDER, l.c. 1899, p. 835 und 1908, p. 284, 291, der ähnliche Angaben GAUCHER's bezweifelt (Anmerkung auf pag. 291).

und darin auch untersucht. Das Ergebnis war, unabhängig von der Einwirkungsdauer (innerhalb der genannten Grenzen) stets ein ganz ähnliches: in zahlreichen Zellen der chlorophyllfreien sowohl als auch der chlorophyllhaltigen Partien unserer Pflanze fanden sich körnige Ausfällungen, die hin und wieder schwach aufleuchteten. Die Vermutung, dass es sich hier um als "Sand" ausgefälltes Oxalat handle, wurde durch die unter dem Mikroskop zu verfolgende, durch Schwefelsäure herbeigeführte Umwandlung in Gips bestätigt [1]. - Ausserdem wurden die gelösten Kalksalze mit Schwefelsäure direkt nachgewiesen. - Der Saft reagiert sauer und enthält kein Nitrat.

Aus derselben Gruppe wurde ferner die bedornte, vielleicht aus Natal stammende *Euphorbia similis Berger* (*E. natalensis Hort.*) untersucht, eine mit winzigen, rundlichen Blättern ausgestattete Form. - Auch hier können wir einen sehr reichen Saftaustritt beobachten, wohingegen die Menge der in ihm gelösten Kalksalze gegenüber der im Saft von *E. resinifera* festgestellten wesentlich zurücktritt. Die makrochemische Untersuchung gibt nur eine schwache Reaktion, die mikrochemische fällt (übrigens ähnlich wie bei *E. neriifolia* und *E. grandidens*) besser aus. - Im Gewebe habe ich trotz langem Suchen kein Oxalat gefunden, hingegen sind gelöste Kalksalze daselbst in ziemlicher Menge nachzuweisen. Bezüglich ihrer Verteilung sei bemerkt, dass sie in den chlorophyllführenden Zellen und in den Gefässbündelzonen zurücktreten oder fehlen, eine Erscheinung, die ich übrigens mehrfach und nicht nur bei den Euphorbien beobachtet habe. - Nach der Untersuchung dürften also die Verhältnisse bezüglich der Kalkspeicherung so liegen, dass der an sich nicht sehr grosse Kalküberschuss zum grösseren Teile im Milchsaft, zum geringeren Teil im Gewebe in gelöster Form enthalten ist. - Bezüglich der Nitratreaktion sei bemerkt, dass der sauer reagierende Saft auf Diphenylamin-Schefelsäure-Zusatz erst gelb, dann gelbrot und schliesslich rotbraun wurde.

Als letzte Form sei die halbsukkulente, zur Sektion *Goniostema* gehörige *Euphorbia Fournieri Hort* besprochen. Sie milchte etwas weniger stark als *E. similis*, verhält sich aber bezüglich des im Saft enthaltenen Calciums ganz ähnlich wie diese. Oxalat fehlt in Blatt und Axe, hingegen sind gelöste Kalksalze in beiden Organen vorhanden; allerdings ist der Kalkgehalt des Safts grösser als der der Gewebe, sodass auch hier der Milchsaft als Kalkspeicher genannt werden muss.- Im übrigen reagiert der Saft sauer und enthält keine Nitrate.

Wir schliessen an die Besprechung der *Euphorbia*-Arten noch die Untersuchung einiger anderer Vertreter anderer Gattungen an, Formen, die zwar ungegliederte Milchröhren besitzen, aber im Vergleich zu den bisherigen nur wenig oder sogut wie gar keinen "Saft" austreten lassen. Aber gerade dieses Verhalten erhöht, aus leicht begreiflichen Gründen, unser Interesse an diesen Pflanzen.

Ricinus communis L. lässt beim Durchschneiden des Stengels bestenfalls einen winzig kleinen schleimigen, fadenziehenden Tropfen austreten [2]. Ich habe das Tröpfchen auch mikrochemisch nicht untersucht, weil der zweifellos mit austretende Zellsaft in diesem Falle das Ergebnis sehr wohl beeinträchtigt haben könnte. Dass diese minimalen Flüssigkeitsmengen auch bezüglich ihrer Funktion als Kalkspeicher nicht mit dem echten Milchsaft verglichen werden können, erscheint uns ohne weiteres einleuchtend, und wir werden in unserer Annahme durch die anatomische Untersuchung bestärkt. Wir haben in der Axe hier zum ersten mal ein typi-

---

1) Die Angabe TUMANNS (l.c. (1913) p. 118), dass Ammoniumoxalat und Oxalsäure die gleichen Kristallformen des Calciumoxalates liefern, trifft nach meinen Erfahrungen nicht immer zu. Ich möchte dem Ammoniumoxalat als Reagens entschieden den Vorzug geben. Vergl. auch MOLISCH (Mikrochemie d. Pfl. (1913) p. 46), der die Oxalsäure dem Ammoniumoxalat ebenfalls gleichstellt.

2) Das Vorkommen von ungegliederten Milchröhren wird durch BAUMGÄRTEL in Abrede gestellt. Er nimmt an, "dass sie durch langgestreckte Formen der Farbstoffzellen mit eingetrocknetem, veränderten Inhalte bei der Untersuchung aufgeweichten Herbarmaterials vorgetäuscht worden sind" (36)- Diese Angabe bedarf u.E. einer eingehenden anatomischen Nachprüfung.

sches Vorkommen von Oxalatdrusen und auch im Blatt treffen wir solche an, wenn auch - soweit sich schätzen lässt - in relativ geringerer Menge. In der Lamina kommen ausserdem (allerdings nur ganz vereinzelt) kleine tafelförmige Einzelkristalle vor. - Hier wird also, da Carbonat nicht vorhanden ist und die Pflanze nicht ausscheidet (die an den Blattstielen in wechselnder Zahl vorhandenen extrafloralen Nectarien sezernieren kleine, wasserklare Tröpfchen, die aber kein Calcium enthalten), die Beseitigung des überschüssigen Calciums ausschliesslich durch die Oxalatbildung vollzogen.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei *Mercurialis annua L.* und *M. perennis L.* Hier werden beim Durchschneiden des Stengels die Schnittflächen kaum feucht. Untersucht man Stengelquer- und Längsschnitte von *M. annua*, so fallen im Mark und in der Rinde Drusen von wechselnder Grösse auf. Und zwar ist es so, dass die kleinen Drusen im Mark, die grösseren in der Rinde (und hier namentlich in der chlorophyllführenden Zone) abgelagert sind. Ein prinzipiell ähnliches, aber infolge der weitaus grösseren Zahl der Drüsen noch typischeres Bild liefern Schnitte aus der Axe von *M. perennis*. Hier liegen sie sowohl im Mark als auch in der Rinde reihenweise nebeneinander, sowie man es bei den typisch oxalatführenden Axen zu sehen gewöhnt ist. Auf gelöste Kalksalze konnte unter solchen Umständen das Gewebe natürlich nicht untersucht werden. Da sich trotz mehrfachen diesbezüglichen Versuchen Guttation nicht nachweisen liess, so wird auch bei den beiden *Mercurialis*-Arten der Kalk-Überschuss lediglich durch Bindung an Oxalsäure festgelegt und dem weiteren Stoffwechel entzogen.

Zum Schluss seien noch drei *Codiaeum*-Arten besprochen, die bezüglich unserer Frage zwischen der Gattung *Euphorbia* einerseits und *Ricinus* nebst *Mercurialis* anderseits vermitteln.

Codiaeum interruptum Hort., dessen teilweise spiralig gedrehte, lineale Blätter häufig eine unterbrochene Lamina ausgebildet haben, lässt beim Anschneiden 1 - 2 Tropfen eines ziemlich klaren Saftes ausfliessen. Auf Schefelsäure-Zusatz bekommt man eine schwache Gipsfällung. Für eine makrochemische Untersuchung reichte die zur Verfügung stehende Flüssigkeitsmenge nicht aus. - Quer- und Längsschnitte aus verschiedenen Partien des Blattstiels sind im Mark und in der Rinde mit Drusen geradezu wie gepflastert. Auch in Querschnitten der Lamina sind sie recht zahlreich, eine bestimmte Verteilung konnte ich nicht feststellen. - Der sauer reagierende Saft enthält weder Nitrate noch Kristalle irgend welcher Art. - Es kommt also bei dieser Form für die Kalkbeseitigung im wesentlichen nur die Oxalatbildung in Betracht. - Ganz ähnlich verhält sich *Codiaeum diversifolium Hort.*, allerdings ist hier der Saft-Austritt etwas grösser, sein Kalkgehalt jedoch nicht höher. - In der Rinde des Blattstiels sind die Drusen ebenso zahlreich wie bei der vorigen Form, auffallend gering hingegen ist ihre Zahl im Mark. Auch die Blattspreite ich erheblich oxalatärmer als die von *C. interruptum*. Der quantitative Unterschied in der Oxalatbildung bei annähernd gleicher Belastung des Saftes liesse sich möglicherweise durch die Annahme erklären, dass bei *Codiaeum diversifolium* die Gewebe zur Aufnahme des Calciums in Form löslicher Salze herangezogen worden sind, oder, falls sie auch schon bei *C. interruptum* mit dieser Aufgabe betraut sein sollten, bei jener in erhöhtem Masse daran beteiligt sein könnten. Infolge des Oxalat-Gehaltes lässt sich diese Annahme mikro- und makrochemisch kaum einwandfrei nachprüfen. Es wäre aber auch sehr wohl möglich, dass aus irgendwelchen "innern" oder "äusseren", jedenfalls unbekannten Ursachen *Codiaeum diversifolium* wenigstens relativ kalkärmer wäre als *C. interruptum*. Darüber könnten gegebenenfalls Standortsverhältnisse einige Auskunft oder doch Anhaltspunkte geben. - Eine dritte, nicht näher bestimmte *Codiaeum*-Spezies unterscheidet sich durch den reichlichen Kalkgehalt ihres etwas stärker austretenden Safts wesentlich von den beiden andern Formen. Der Oxalatgehalt der Axe bleibt erheblich hinter dem der Axen von *C. diversifolium* und namentlich *C. interruptum* zurück. Die Drusen sind wesentlich kleiner, z.T. sind es recht unregelmässige Bildungen. In der Lamina finden sie sich in einer ziemlich gleichmässigen Verteilung vornehmlich an der Innenseite der Palissadenzellen. Bezüglich seiner Menge dürfte der Oxalatgehalt der Blattspreite zwischen den Spreiten der beiden andern Arten die Mitte halten. Diese

Codiaeum-Art nähert sich also bezüglich unserer Frage den *Euphorbia*-Arten, während die beiden andern Formen den Anschluss an *Ricinus* und *Mercurialis* vermitteln: dort in erster Linie oder ausschliesslich Speicherung des Kalk-Überschusses im Saft, hier in der Hauptsache oder ausschliesslich Festlegung desselben als Oxalat. - Für die *Codiaeum*-Arten sei noch bemerkt, dass der sauer reagierende Saft ntratfrei ist. Er färbt sich auf Diphenylamin-Schwefelsäure-Zusatz nach mehrstündigem Stehen gelb und schliesslich rotbraun. - Bezüglich der Kristallbildung ist für diese Formen nachzutragen, dass die als Drusen bezeichneten Aggregate, soweit sie in der Rinde vorkommen, z.T. besser als Zwischenstufen zu bezeichnen sind, die zwischen Drusen und Sphäriten ungefähr die Mitte halten. - In allen untersuchten *Codiaeum*-Schnitten habe ich nur ein einziges mal einen Einzelkristall beobachten können, eine kleine Tafel in einer Epidermiszelle eines Blattstiels von*Codiaeum spec.* - Im Mark von *Codiaeum* wurden einigemale Drusen beobachtet, die nach Art der ROSANOFF'schen Drusen von einer Zellulosetasche umgeben waren. Diese wurde von meist drei etwa gleichlangen, mit der Membran in Verbindung stehenden Zellulosebalken gehalten.

Versuchen wir, die mit ungegliederten Milchröhren ausgestatteten Euphorbiaceen hinsichtlich der Art der Beseitigung ihres Kalk-Überschusses in Gruppen zu gliedern, so erhalten wir drei verschiedene Fälle:

Erstens haben wir Formen, bei denen der ganze oder doch annähernd gesamte Kalküberschuss im Saft gespeichert wird. Dazu gehören die Mehrzahl der Arten aus der Gattung *Euphorbia* (hierher stellen wir auch die Arten mit minimalem Oxalatgehalt, wie z.B. *E. Regis-Jubae* und *E. neriifolia* sowie die scheinbar schwach guttierende *E. Peplus*).

In eine zweite Gruppe sind sodann alle Formen zu stellen, bei denen neben der Saftspeicherung die Oxalatbildung als zweiter wesentlicher Modus der Kalkreinigung hinzukommt. Hierher zählen vor allem: *Euphorbia villosa*, *E. verrucosa* und *Codiaeum spec.*

Der dritten Abteilung gehören sodann Arten an, bei denen das überschüssige Calcium fat restlos als Oxalat festgelegt wird, wie es bei *Codiaeum interruptum* und *C. diversifolium*, ferner bei *Ricinus* und *Mercurialis* der Fall ist.

Wir schliessen hier die Besprechung einer Reihe von

APOCYNACEEN UND ASCLEPIADACEEN

an und schicken voraus, dass der Milchsaft in diesen Familien nur in sehr wenigen Fällen als wirklicher Kalkspeicher in Betracht kommt. Es ist das umso auffallender, als Guttation und Carbonatbildung ganz fortfallen, lösliche Kalksalze im Gewebe auch nur in geringer Menge vorhanden sind, und auch Oxalat durchaus nicht überall anzutreffen ist. Eine bündige Erklärung für dieses Verhalten lässt sich nicht geben, es sei denn, dass man annimmt, das Calcium werde durchweg nur in sehr geringen Mengen aufgenommen.

Im einzelnen lieferten die Untersuchungen folgende Ergebnisse:

Apocynum hypericifolium Ait. lässt beim Anschneiden ziemliche Saftmengen ausfliessen, in denen sich aber weder mikro- noch makrochemisch Calcium nachweisen lässt. Oxalat findet sich nur in den älteren Blättern und zwar als gut ausgebildete Drusen. Weitere Arten der Kalkbeseitigung sind nicht vorhanden. - Der Saft reagiert sauer und ist nitratfrei.

Bei *Vinca minor L.* tritt der Saft nur sehr spärlich aus, weswegen von einer makrochemischen Prüfung abgesehen werden musste. Mikrochemisch bekommt man einige Gipsnadeln. MOLISCH (37) gibt für diese Pflanze eine schwache "Kalkreaktion bei direktem Nachweis im Safte" an. - Carbonat und Oxalat kommen bekanntlich nicht vor, und die minimalen Mengen der im Gewebe in gelöster Form enthaltenen Kalksalze spielen für unsere Frage ebenfalls keine Rolle. Trotz vielfachen Versuchen ist es mir auch nicht gelungen, die Pflanze zur Guttation zu veranlassen, obwohl FENTZKE (38) eine solche beobachtet haben will. Vielleicht kann hier im Sinne STAHL's die Mycotrophie der Pflanze mit zur Erklärung dieser Verhältnisse herangezogen werden. - Mit *Vinca minor* stimmt in allen wesentlichen Punkten *Vinca ma-*

jor L. überein. Bezüglich der Ausscheidung macht FENTZKE keine Angaben, auch bei SPRANGER (39) habe ich darüber nichts gefunden. Mir gelang es nicht, Guttation zu beobachten.

Amsonia salicifolia Pursh milcht ziemlich stark, jedoch lässt sich mittels Schwefelsäure im Saft kein Calcium nachweisen. Die makrochemische Untersuchung liefert Spuren von Calcium. Oxalat und Carbonat sind nicht vorhanden, Ausscheidung wurde nicht nachgewiesen. Die Menge der im Gewebe gelöst vorkommenden Kalksalze ist sehr gering. - Bei

Rhazya orientalis A. DC. tritt der Milchsaft nur spärlich aus, Calcium ist darin nicht enthalten. Hingegen sind hier in Axe und Blatt gut ausgebildete Drusen vorhanden. Andere Formen der Kalkbeseitigung sind nicht ausgebildet. Bezüglich der Lage der Drusen in der Axe sei erwähnt, dass sie sich vornehmlich in nächster Nähe der Bastfasern finden, vielfach zu 2 oder 4 übereinander liegend. Vereinzelt trifft man sie auch im Innenleptom an.

Den besprochenen Formen gemeinsam ist die saure Reaktion des Saftes und das Fehlen von Nitraten. Das gilt auch von zwei später untersuchten Arten: *Toxicophloea spectabilis Loud.* und *Allamanda Schottii Hook.*

Toxicophloea spectabilis milcht sehr stark; der Kalkgehalt des Safts ist sehr gering. Bezüglich des in Axe und Blatt auftretenden Oxalats seien einige genauere Angaben hinsichtlich seiner Form und seiner Lage gemacht. Ausserhalb der Gefässbündelzone kommen kleine Drusen in nicht sehr grosser Zahl vor. Im äussern Siebteil dagegen trifft man hin und wieder Einzelkristalle (kleine, Tafel- und Säulenartige Formen) an, desgleichen im Holzteil und innern Siebteil, in den beiden letzten jedoch nur äusserst selten. Auch im Mark kommen vereinzelt Einzelkristalle der genannten Formen vor. Der Blattstiel verhält sich in jeder Beziehung ganz ähnlich. Was die Lamina anlangt, so ist die Epidermis der Unterseite reich an Calciumoxalat. Es ist als Täfelchen oder Säulchen in fast jeder ihrer Zellen vorhanden. In der oberseitigen Epidermis tritt es auffallend zurück, als Kristallformen treten wieder die beiden genannten auf. Es ist bemerkenswert, dass in der vom Hauptnerven durchzogenen Zone das Oxalat in beiden Epidermen fast regelmässig fehlt, eine Tatsache, die besonders für die oxalatreiche unterseitige Epidermis sehr auffällt. Im Mesophyll trifft man neben typischen Drusen auch mehr oder minder lockere Aggregate von Einzelkristallen an; hin und wieder hat man den Eindruck, als ob es sich um in mehrere Teile zerfallene grössere Einzelkristalle handle. Die Siebelemente der Lamina werden von reihenweis angeordneten kleinen Oxalatkristallen begleitet. Erwähnt sei schliesslich noch, dass ich in der Epidermis des Stengels nur ein einziges mal einen Einzelkristall (Säulchen) gefunden habe, obgleich ich eine ganze Anzahl von Quer- und Längsschnitten daraufhin untersuchte.

Allamanda Schottii ist die einzige unter den untersuchten Apocynaceen, bei der der reichlich ausfliessende Milchsaft als wirklicher Kalkspeicher angesprochen werden kann. Bei direktem Nachweis des Calciums im Saft bekommt man eine intensive Gips-Ausfällung, die makroskopische Prüfung fällt etwas schwächer aus, ist aber immer noch recht deutlich. Im Stengel findet sich sodann Oxalat in Form von Drüsen und Einzelkristallen. Hinsichtlich der Verteilung ist es bemerkenswert, dass, abgesehen von der Epidermis, die Rinde sogut wie oxalatfrei ist. Auch im Holzkörper kommen Kristalle nicht vor. Die in der Epidermis vorhandenen Täfelchen sind oft von winzigen Kriställchen meist unbestimmter Form umlagert. Solche kleine Kriställchen trifft man auch im Mark an, sie liegen zu mehreren bis vielen in einer Zelle und können diese ganz ausfüllen. Daneben sind grössere, gut ausgebildete Tafeln, Zwillingsformen und Drüsen vorhanden. In der Blattspreite habe ich vergeblich nach Oxalatkristallen gesucht.

Von den gleich anzuschliessenden A s c l e p i a d a c e e n sei an erster Stelle

Asclepias incarnata L. genannt. Die ziemlich stark milchende Pflanze enthält im Saft nur sehr geringe Kalkmengen. Hingegen lassen sich im Blatt sowie im Mark und in der Rinde der Axe gut ausgebildete Oxalatdrusen nachweisen. Carbonat ist bekanntlich nicht abgelagert, Ausscheidung habe ich nicht beobachten können. -

Der Saft reagiert sauer und färbt sich auf Diphenylamin-Schwefelsäure-Zusatz gelb.

Asclepias tuberosa L. weicht von der eben genannten Form nur dadurch ab, dass hier die Drusen in den Blättern viel seltener auftreten; auf manchen Schnitten habe ich vergeblich danach gesucht.

Asclepias syriaca L. hingegen weicht von beiden Formen durch das Fehlen des Calciumoxalats wesentlich ab. Im reichlich ausfliessenden Saft ist Calcium höchstens in Spuren vorhanden. Von einer Beseitigung eines Kalküberschusses kann hier nicht die Rede sein, zumal auch die Menge der im Gewebe gelöst vorkommenden Kalksalze sehr gering ist. - Die Nitratreaktion des sauer reagierenden Safts fällt negativ aus.

Vincetoxicum officinale Mnch. lässt beim Anschneiden nur sehr wenig Michsaft austreten. Sein Kalkgehalt ist sehr gering. In den Blättern finden sich gut ausgebildete, in grossen Kristallzellen liegende Drusen. Vereinzelt trifft man sie auch im Mark des Stengels an, hingegen fehlen sie nach meinen Beobachtungen in der Rinde.

Vincetoxicum luteum Hfg. et Lk. hat den überschüssigen Kalk ebenfalls als Oxalat abgelagert. In den Blättern kommen allerdings nur vereinzelt Drusen vor, häufiger sind sie im Mark anzutreffen, wo sie eine sehr schöne Ausbildung erlangen. Vereinzelt lassen sie sich auch in der Rinde nachweisen. Der spärlich ausfliessende Saft schein völlig kalkfrei zu sein, jedenfalls verlief sowohl die mikrochemische als auch die makrochemische Reaktion negativ. - Beiden *Vincetoxicum*-Arten gemeinsam ist die auf Diphenylamin-Schwefelsäure-Zusatz eintretende Gelbfärbung des sauer reagierenden Saftes.

Der reichlich vorhandene Milchsaft von *Periploca graeca L.* ist sogut wie kalkfrei. Oxalat ist einmal als Einzelkristalle in besondern "Kristallkammerfasern" (40) im "Sekundärbast" vorhanden, daneben kommen im Phloem eigenartige Kristalle vor, die SOLEREDER (41) nach VESQUE und TREIBER folgendermassen beschreibt: "Dieselben bestehen aus einem mittleren Teil, der aus zwei abgestumpften Pyramiden, deren abgestumpfte (kleinere) Flächen mit den mittleren Pyramiden zusammenhängen, während ihre grösseren Grundflächen nach aussen gerichtet sind". - Im Blatt habe ich trotz langem Suchen kein Calciumoxalat gefunden.

Als letzter Vertreter sei die sukkulente

Stapelia reclinata Mass. erwähnt, die als einzige der untersuchten Asclepiadaceen ihren Saft u.a. als Kalkspeicher zu benützen scheint. Denn einmal liefert sowohl die mikro- als auch die makrochemische Untersuchung derselben ein deutliches positives Resultat, und zum andern habe ich Oxalat nicht nachweisen können. Dass hingegen im Gewebe Kalksalze in gelöster Form vorkommen, dürfte auch daraus zu ersehen sein, dass sich in Alkoholmaterial die bekannten, aus Kalkmalophosphat oder Calciumphosphat bestehenden Sphaerokristalle finden (42). - Carbonat und Ausscheidung fehlen hier sowohl wie bei den andern Formen. - Der Saft der beiden zuletzt besprochenen Pflanzen reagiert sauer und ist nitratfrei.

Wenn die Befunde der besprochenen Apocynaceen und Asclepiadaceen bezüglich der Kalkspeicherung einen Schluss auf das diesbezügliche Verhalten der beiden Familien schlechthin zulassen, eine Voraussetzung, die bei der Verschiedenartigkeit der untersuchten Formen u.E. wohl zulässig ist, so könnte man 3 Typen aufstellen:

Erstens haben wir Formen, die sich etwa parallel zu *Codiaeum* an solche *Euphorbia*-Arten anschliessen, bei denen für die Kalkbeseitigung neben dem Saft auch schon die Oxalatbildung herangezogen ist. Hierher wären von den besprochenen Pflanzen nur die Apocynacee, *Allamanda Schottii* und die Asclepiadacee *Stapelia reclinata* zu stellen.

Einer zweiten Gruppe sind dann die Formen zuzurechnen, bei denen der Milchsaft als Kalkspeicher praktisch nicht inbetracht kommt, die ihren ganzen Kalküberschuss als Oxalat festlegen, Formen also, die, abgesehen von einem wenn auch z.T. sehr schwachen so doch stets vorhandenen Saftaustritt etwa mit *Ricinus* und *Mercurialis* in Parallele gesetzt werden können. Von den untersuchten Pflanzen gehören zu dieser Sektion die Apocynaceen: *Toxicophloea spectabilis, Rhazya orientalis* und *Apocynum hypericifolium* sowie die Asclepiadaceen *Asclepias incarnata, A. tuberosa, Vincetoxicum officinale, V. luteum* und *Periploca graeca*.

Der dritte Typus schliesslich wird duch Formen repräsentiert, bei denen ein Kalküberschuss nicht nachweisbar ist, von einer Beseitigung desselben auf diese oder jene Weise mithin nicht die Rede sein kann. Hierher zählen von den besprochenen Apocynaceen : *Vinca minor L., V. major u. Amsonia salicifolia* von den Asclepiadaceen lediglich *Asclepias syriaca.* - Wie sich der relative Kalkmangel dieser Gruppe erklärt, muss einstweilen dahingestellt bleiben, bei *Vinca* wäre, worauf bereits hingewiesen ist, möglicherweise die mycotrophe Ernährungsweise dafür verantwortlich zu machen.

Sehen wir von dem letzten, für unsere Frage zweifellos eine Sonderstellung einnehmenden Typus ab, so finden wir bei den Apocynaceen und Asclepiacdaceen q u a l i t a t i v dieselben Modi der Kalkreinigung wieder, die wir bei den Euphorbiaceen kennen gelernt haben: die Oxalatbildung und die Speicherung im Saft. Q u a n t i t a t i v hingegen hat sich die innerhalb der Euphorbiaceen durch *Codiaeum* und namentlich durch *Mercurialis* schon angezeigte, ja selbst innerhalb der Gattung *Euphorbia* schon vereinzelt deutlich werdende Verschiebung zugunsten der Oxalatbildung wesentlich verstärkt. Als dominierender oder gar einziger Modus der Kalkreinigung kommt die Speicherung im Saft bei den Apocynaceen und Asclepiadaceen überhaupt nicht mehr vor, günstigsten Falls teilt sich der Saft mit der Oxalatbildung in diese Aufgabe. In der Mehrzahl der Fälle aber ist diese die einzige Art der Kalkreinigung.

Bei den nunmehr zu behandelnden

CANNABACEEN UND MORACEEN

tritt uns als neuer Modus der Kalkspeicherung die Carbonatbildung entgegen, es werden, wie bekannt, ziemlich ansehnliche Mengen kohlensaurer Kalkes in die Cystolithe oder Cystolithhaare ein- oder auf sie aufgelagert. Daneben finden wir in den hierhergehörigen Pflanzen auch Calciumoxalat in wechselnden Mengen. Guttation hingegen habe ich niemals einwandfrei beobachten können, obgleich für manche Moraceen "hydathodenbildende Grübchen, Wärzchen oder Flecke" (43) angegeben werden. Diese zunächst überraschende Tatsache erklärt sich unschwer dadurch, dass die genannten Bildungen "gewöhnlich über den Knotenpunkten der Nerven, seltener nur am Blattrande gelegen sind"; es wird also in den meisten Fällen garnicht zu einer Tropfenbildung kommen, sondern das Wasser mit den darin gelösten Stoffen wird im Augenblick des Austretens wahrscheinlich über eine grössere oder kleinere Partie der Blattspreite verbreitet werden. Für *Cannabis* sind solche Organe nicht bekannt. - Der Milchsaft kommt als Kalkspeicher bei den Moraceen garnicht, bei den untersuchten Cannabaceen nur in untergeordnetem Masse infrage. - Auf eventuell im Gewebe gelöst enthaltene Kalksalze konnten die Carbonat- und Oxalathaltigen Pflanzen nicht untersucht werden.

Im einzelnen sei an Befunden folgendes mitgeteilt: *Cannabis sativa L.* lässt beim Anschneiden nur wenig Saft ausfliessen, in dem sich mikro- und makrochemisch geringe Kalkmengen nachweisen lassen. Bei dieser Gelegenheit sei daran erinnert, dass das Vorkommen echter ungegliederter Milchröhren für *Cannabis* noch nicht unbedingt sicher gestellt zu sein scheint. Wir schliessen uns allerdings der Meinung von TSCHIRCH (44) an, nach der die weitlumigen, vornehmlich im Siebteil auftretenden Sekretbehälter als solche anzusprechen sind. Es sei aber darauf hingewiesen, dass im Gegensatz zu *Humulus* im Embryo von *Cannabis* nach CHAUVEAUD's Untersuchungen die Milchröhren fehlen (45). Für uns hat die endgiltige Entscheidung dieser Frage nur nebensächliche Bedeutung, wir hielten es jedoch für geboten, auf sie hinzuweisen. - Der oxalsaure Kalk ist in Form prächtiger Oxalatdrusen über den ganzen Axenquerschnitt vertreut und kommt in eben derselben Ausbildung auch im Mesophyll des Blattes vor. Des weiteren finden sich an der Blattoberseite die charakteristischen Cystolithe, ihnen gegenüber liegend treten an der Unterseite die Cystolithhaare deutlich hervor; ihre Bedeutung als Ablagerungsstätte mehr oder weniger grosser Calciumcarbonatmengen ist ja hinreichend bekannt. - Guttation habe ich nicht beobachten können, sie war ja auch nach den bisherigen diesbezüglichen anatomischen Angaben nicht zu erwarten. Erwähnenswert ist schliesslich

der Nitratreichtum des sauer reagierenden Saftes.

Von *Cannabis* unterscheidet sich *Humulus Lupulus Tourn.* im wesentlichen lediglich durch den erheblich geringeren Gehalt an Calciumoxalat, das hier auch als Drusen ausgebildet ist. - Der Saft tritt hier reichlich aus, verhält sich aber bezüglich der Menge der in ihm vorhandenen Kalksalze wie der von *Cannabis*. - Bezüglich der Carbonatablagerung und der Ausscheidung sowie hinsichtlich der Reaktion und des Nitratgehaltes des Saftes gilt das für *Cannabis* gesagte.

Von den Moraceen führt *Morus alba L.* in der Rinde Calciumoxalat vornehmlich in Form gut ausgebildeter Einzelkristalle, während Drusen nur ganz vereinzelt vorkommen. Auf Blattquerschnitten trifft man beide Formen nebeneinander an. Ein weiterer Teil des Kalküberschusses ist als Carbonat in den an der Blatt-Oberseite liegenden Cystolithen abgelagert. Der in ansehnlicher Menge ausfliessende Milchsaft kommt als Kalkspeicher nicht oder doch kaum infrage, makrochemisch bekam ich nur eine Spurreaktion, die mikrochemische Prüfung fiel etwas besser aus. - Guttation habe ich weder für *Morus alba*, noch für *Ficus Carica* und *Cecropia peltata* nachweisen können, obgleich, wie bereits betont, für eine ganze Reihe von Moraceen, allerdings nicht für *Morus*, Ausscheidungen angegeben werden. Es wurde auch bereits darauf hingewiesen, dass sich die Schwierigkeit des Guttations-Nachweises im wesentlichen mittelbar aus der Lage der Wasserspalten, unmittelbar aus dem dadurch bedingten sofortigen Auseinanderfliessen der Auscheidungsflüssigkeit erklären dürfte. Es sei hier nachgetragen, dass nach RENNER's Untersuchungen die Epithemhydathoden "zuweilen bei derselben Art vorkommen und fehlen" (46) . Daraus wird man wohl folgern dürfen, dass ihnen hier eine wesentliche physiologische Funktion nicht zukommt, sie also auch bei der Kalkreinigung nicht beteiligt sein werden, eine Vermutung, die ja auch mit der z.T. reichlichen Oxalat- und Carbonat-Bildung sehr wohl in Einklang zu bringen ist. - Bemerkenswert ist auch hier der auffallend reiche Nitratgehalt des sauer reagierenden Saftes.

Bei *Ficus Carica L.* erscheint auf Stengel-Längsschnitten die äusserste Schicht des rindenständigen Collenchyms wie mit Calciumoxalat gepflastert. Und zwar tritt es hier, soweit ich gesehen habe, nur als Einzelkristalle (Tafeln und Prismen) auf. In der übrigen Rinde und im Mark habe ich vergeblich nach Kristallen gesucht. In Blatt-Querschnitten scheinen Drusen und Einzelkristalle zu fehlen, hingegen finden sich hier kleine, unregelmässige Kriställchen, die unter gekreuzten Nicols aufleuchten, in Essigsäure unlöslich sind und auf Schwefelsäure-Zusatz keine Gipsbildung veranlassen. Da diese aber bekanntlich ausbleiben kann in Fällen, wo nur geringe Oxalatmengen zugegen sind (47), so möchte ich diese Bildungen dennoch als Calciumoxalat ansprechen..- Die grossen, hier vielfach zusammengesetzten Cystolithen treten hier, im Gegensatz zu *Morus alba*, an der Blatt-Unterseite auf. Der reichlich ausfliessende Milchsaft ist an der Kalkreinigung nicht beteiligt. Bezüglich der Guttation gilt das für *Morus alba* gesagte.

Cecropia peltata L. führt in Axe und Blatt gut ausgebildete Oxalatdrusen in wechselnder Grösse. Im Blattstiel finden sie sich vornehmlich im Siebteil, während man sie in der Rinde und im Mark nur ganz verstreut findet. Die äusserste Collenchymschicht des Blattstiels ist im Gegensatz zu der der beiden vorher besprochenen Formen kristallfrei. Dafür ist er dicht besetzt mit Cystolithhaaren, die übrigens auch an der Ober- und Unterseite der Blattspreite vorkommen. Hingegen habe ich eigentliche Cystolithe nicht angetroffen. Der beim Anschneiden in ansehnlicher Menge austretende Saft ist so gut wie kalkfrei. - Für die Ausscheidung ist zu wiederholen, was für *Morus alba* mitgeteilt wurde. - Der Milchsaft von *Cecropia peltata* sowie der von *Ficus Carica* reagiert schwach sauer, enthält aber im Gegensatz zu dem von *Morus alba* keine Nitrate.

Überblicken wir die Verhältnisse bei den Cannabaceen und Moraceen, so lassen sie sich sehr wohl zu denen der vorher besprochenen Familien in Beziehung setzen. Es lassen sich zwei Gruppen aufstellen, von denen die eine mit den Cannabaceen, die andere mit den Moraceen zusammenfällt.

Die Cannabaceen lassen sich parallel mit *Codiaeum* und unserer ersten Apocynaceen-Asclepiadeen-Gruppe unschwer an die Gattung *Euphorbia* angliedern; bei ihnen ist der Saft zweifellos als Kalkspeicher tätig, wenngleich die Oxalatbildung

daneben etwa gleichermassen (*Humulus*) oder in wesentlich höherem Grade (*Cannabis*) an der Kalkreinigung beteiligt ist. Als dritter, äusserst charakteristischer Modus der Kalkbeseitigung tritt hier die Carbonatbildung hinzu. Bei den Cannabaceen laufen also drei Formen der Kalkreinigung nebeneinander her, unter denen die Speicherung im Saft allerdings an letzter Stelle stehen dürfte.

Wie sich sodann unsere zweite Apocynaceen-Asclepiadaceen-Gruppe der ersten anreiht, so schliessen sich die Moraceen an die Cannabaceen an, beginnend mit *Morus alba*, in dessen Saft sich noch Spuren von Calcium nachweisen lassen, bei dem aber derselbe als Kalkspeicher nicht mehr angesprochen werden kann. In dieser Gruppe teilen sich also die Oxalat- und die Carbonatbildung in die Aufgabe der Kalkbeseitigung, wobei diesen - das gilt auch für die Cannabaceen - die Orte seiner Ablagerung durch die Lage der Cystolithe und Cystolith-Haare im wesentlichen jedenfalls vorgeschrieben sind.

Eine unserer dritten Apocynaceen-Asclepiadaceen-Gruppe entsprechende fehlt hier ebenso wie bei den Euphorbiaceen.

Wir haben damit den ersten Formenkreis der Milchsaftpflanzen erledigt und gefunden, dass die anatomische Gleichwertigkeit ihrer Exkretbehälter - in diesem Fall der ungegliederten Milchröhren - durchaus nicht die physiologische der Inhalte zu bedingen braucht, wie jedenfalls für die hier in Rede stehende Spezialleistung der Kalkreinigung tatsächlich nicht bedingt. Ob der Milchsaft einer Pflanze als Kalkspeicher fungiert und in welchem Masse er es tut, oder ob er an der Beseitigung des Kalküberschusses überhaupt nicht beteiligt ist, das wird - die anatomische Gleichwertigkeit der Behälter einstweilen vorausgesetzt - wesentlich abhängig sein von der jeweiligen qualitativen und quantitativen Realisierung funktionell gleichwertiger Möglichkeiten, wobei es prinzipiell gleichgiltig ist, ob eben diese Möglichkeiten durch die Ausbildung wohl charakterisierter Organe (Epithemhydathoden, Wasserspalten), durch den Ablauf bestimmter chemischer Reaktionen (Oxalatbildung) oder durch Zusammenwirkung beider Kräfte (Cystolithe und Carbonatbildung) verwirklicht wird.

Anschliessend an die mit ungegliederten Milchröhren ausgestatteten Dicotyledonen besprechen wir

II. FORMEN MIT GEGLIEDERTEN MILCHRÖHREN.

EUPHORBIACEEN.

Von diesen gehören bekanntlich die beiden Gattungen *Hevea* und *Manihot* hierher; als einziger Vertreter stand mir *Manihot Glaziovii Müll. Arg.* zur Verfügung. Der hohe Kautschukgehalt des Milchsafts verschiedener *Hevea* (48)- und *Manihot*-Arten (49) und deren daraus sich ergebende grosse praktische Bedeutung ist ja bekannt. Nach den Angaben von PAX (50) kennen wir 129 *Manihot*-Arten, die zum grössten Teil in Ost- und Zentralbrasilien beheimatet sind und von denen verschiedene in allen Tropenländern kultiviert werden.

Um die mir zur Verfügung stehende, noch ziemlich junge Gewächshauspflanze nicht erheblich zu schädigen, schnitt ich nur 2 Blätter ab und begnügte mich mit der mikrochemischen Untersuchung des nur mässig austretenden, gleich eindickenden Safts. Er reagiert sauer, ist kristall- und Nitratfrei, enthält aber ansehnliche Mengen gelöster Kalksalze[1], sodass er durchaus als Kalkspeicher angesprochen werden kann. Daneben ist ein Teil des Kalküberschusses als Oxalat ausgefällt, das man auf Blattstiel-Längs- und -Querschnitten in ziemlicher Menge antrifft. So kommen Drusen namentlich in der peripheren Rinde ausserhalb der chlorophyllführenden Schichten und ferner (allerdings nur ganz vereinzelt) in den äussern Teiles des Marks vor. Ausser-

1) MOULAY (cit. nach ZIMMERMANN, l.c. 1913, p. 135) gibt für den Saft "11,48% Kali- und Natronsalz" an; Kalksalze werden nicht genannt. Das Fehlen der Kalksalze wäre ja möglich; sehr unwahrscheinlich ist aber ein Aschenrückstand, der die Menge der normalerweise im Milchsaft enthaltenen Aschenbestandteile um mindestens das 10-fache übersteigt. ZIMMERMANN bemerkt zu diesen Angaben mit Recht: "wenn diese Analyse richtig ausgeführt ist, muss es sich um einen ganz abnorm zusammengesetzten Milchsaft gehandelt haben." - Vergl. die weiteren Angaben daselbst.

dem sind in der Rinde, und zwar fast ausschliesslich an der Aussenseite des Sklerenchymringes, als Tafeln ausgebildete Einzelkristalle vorhanden. Im Blattquerschnitten habe ich trotz langem Suchen keine Einzelkristalle, wohl hingegen Drusen vorgefunden. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass die Zone um den Haupt-Gefässbündelstrang kristallarm oder gar kristallfrei ist, eine Erscheinung, die uns auch bei der Apocynacee *Toxicophloea spectabilis* entgegentrat.

Da ich in der Literatur vergeblich nach Angaben über den Kalkgehalt des Saftes anderer *Manihot*- und *Hevea*-Arten gesucht habe (in den vorhandenen Analysen ist der Aschegehalt derselben immer nur in toto angeführt), so müssen wir darauf verzichten, bezüglich der Stellung dieser beiden Gruppen zu unserer Frage etwas sicheres auszumachen. Nur soviel dürfte feststehen, dass, da für beide Gattungen das Vorkommen von oxalsaurem Kalk angegeben wird, dem Milchsaft a l l e i n n i c h t die Aufgabe der Kalk-Beseitigung zufällt. - *Manihot Glaziovii* selbst wäre hinsichtlich dieser mit unserer ersten Apocynaceen-Asclepiadeaccen-Gruppe in Parallele zu stellen.

Bei den in den allermeisten Fällen ebenfalls mit gegliederten Milchröhren ausgestatteten

CAMPANULACEEN

ist, wie vorweg bemerkt sei, der Kalkgehalt (im Sinne eines Kalk-Überschusses) druchgehend ziemlich gering. Wie bei *Vinca*, so dürfte sich diese Tatsache auch hier in einer Reihe von Fällen aus einer mycotrophen Lebensweise erklären, wie sie STAHL (51) in den Alpen für *Campanula pusilla, C. Scheuchzeri, C. barbata* und *Phyteuma pauciflorum* nachgewiesen hat. - Sodann sei bemerkt, dass bekanntlich bei einer Reihe von *Campanula*-Arten Haare vorkommen, deren Membranen mit Calciumkarbonat inkrustiert sind. Wie schon eingangs bemerkt, sind dieser Art Vorkommnisse von Carbonat (und gegebenenfalls Oxalat) nicht im einzelnen berücksichtigt worden. - Was schliesslich die bei den Campanulaceen weit verbreiteten Wasserspalten anbelangt, so liegen sie vielfach in kleineren oder grösseren Abständen vom Blattrand entfernt auf der Oberseite des Blattes. Diese Lage erschwert - wie das schon bei den Moraceen betont wurde - die Feststellung der Guttation und noch mehr die Gewinnung der Ausscheidungsflüssigkeit oft sehr. Ihre Verteilung über die Blattfläche wird in vielen Fällen durch die Behaarung noch gefördert. Immerhin gelang es, in einer Reihe von Fällen etwas von dem Guttationswasser auf den Objektträger zu bringen und - das sei vorgeggenommen - in ihm Kalksalze nachzuweisen.

Untersucht wurden im Einzelnen eine Reihe von *Campanula* -Arten und Vertreter der Gattungen *Phyteuma, Specularia, Wahlenbergia* und *Sphenoclea*.

Campanula glomerata L. lässt, wie übrigens die meisten Campanulaceen, den Milchsaft beim Anschneiden nur spärlich austreten. Ich nahm trotzdem neben dem direkten Nachweis im Saft auch die makrochemische Prüfung auf Calcium vor und erhielt in beiden Fällen ein positives Resultat. Allerdings darf man - das gilt für die Gruppe ganz allgemein - die Kalksalze der Menge nach nicht mit den der meisten *Euphorbia*-Arten vergleichen, sondern muss sie etwa mit denen der Cannabaceen und unserm ersten Apocynaceen-Asclepiadaceen-Typus in eine Reihe stellen. Oxalat fehlt hier, es kommt bei den Campanulaceen bekanntlich nur ganz ausnahmsweise vor. Dass wir das eventuell in den Haarmembranen vieler Formen abgelagerte Calciumcarbonat im einzelnen nicht berücksichtigen, obgleich seine Bedeutung für die Kalkbeseitigung bei stark behaarten Pflanzen gegebenenfalls nicht unterschätzt werden soll, wurde bereits gesagt. Als typische Form der Kalkreinigung bliebe also hier nur noch die Guttation übrig; es lässt sich bei *Campanula glomerata* auch Ausscheidung beobachten, aber es ist mit trotz häufigen Versuchen aus bereits erörterten Gründen nicht gelungen, ausreichende Mengen der Flüssigkeit auf den Objektträger zu überführen, um einwandfreies Resultat zu erhalten. In den minimalen Mengen, die ich abtupfen konnte, bildeten sich nach Zugabe von Schwefelsäure einige Gipsnadeln aus. Blaues Lackmuspapier wird durch die Ausscheidungsflüssigkeit schwach rot gefärbt. - Der Milchsaft reagiert ebenfalls leicht sauer, er enthält keine Nitrate. - Nennenswerte Mengen im Gewebe gelöst enthaltener Kalksalze habe ich nicht feststellen können.

Campanula sarmatica Ker-Gawl. stimmt bezüglich unserer Frage mit der vorhergehenden Art durchaus überein, sodass eine nähere Besprechung überflüssig ist. Erwähnt sei lediglich, dass ich hier etwas mehr Ausscheidungs-Flüssigkeit sammeln konnte, sodass das im übrigen gleiche Ergebnis bezüglich ihres Kalkgehaltes hier wohl als gesichert angenommen werden darf.

Campanula alliariifolia Willd. hat ebenfalls nur einen ziemlich spärlichen Saftausfluss aufzuweisen, immerhin stand mir genügend Material zur Verfügung, um auch die Veraschung vornehmen zu können. Die makro- wie die mikrochemische Reaktion zeigten deutlich Calcium an. Im schwach sauren Guttationswasser konnte ich es ebenfalls in beachtenswerter Menge nachweisen. - Interessant ist diese Art insofern, als der schwach sauer reagierende Saft mit Diphenylamin-Schwefelsäure eine deutliche Blaufärbung ergibt, also Nitrate enthält.

Hatte *Campanula alliariifolia* den beiden ersten Formen gegenüber einen etwas reicheren Saftaustritt aufzuweisen, so ist dieser bei *Campanula rotundifolia L.* wieder wesentlich geringer. Sein Kalkgehalt hingegen scheint hinter dem der übrigen Arten nicht zurückzustehen. Ein weiterer Teil des Kalküberschusses wird durch die Wasserexkretion nach aussen befördert. Die im Gewebe in gelöster Form vorkommenden Kalksalze brauchen wegen ihrer minimalen Menge nicht inbetracht gezogen zu werden. - Der Saft reagiert schwach sauer und ist nitratferi.

Campanula persicifolia L. lässt ihren Saft ebenfalls nur spärlich austreten. Bezüglich seines Gehaltes an gelösten Kalksalzen verhält er sich - wie beide Methoden dartun - ganz wie die genannten Arten. Das gleiche gilt für das schwach saure Hydathodenwasser. Mit dem gleichen Ergebnis wie bei *C. rotundifolia* wurden auch hier gewässerte Blatt- und Stengelschnitte auf gelöste Calciumsalze untersucht. - Der schwach saure Saft enthält keine Nitrate.

Campanula carpathca Jacq. schliesst sich in ihrem Verhalten bezüglich der in Rede stehenden Fragen im wesentlichen an die besprochenen Arten an; als Mittel zur Kalkbeseitigung kommen auch hier Speicherung im Saft und die Ausscheidung mit dem Guttationswasser inbetracht. Es mag erwähnt sein, dass es bei dieser Form als der einzigen gelang, nach einer Reihe vergeblicher Versuche Wasserexkretion in Tropfenform einwandfrei festzustellen.

Wir schliessen hier die Gattung *Phyteuma* an, die dadurch eine gewisse Sonderstellung einnimmt, dass hier Calciumoxalat vorkommen soll. Jedenfalls hat SCHMIDT (52) bei *Phyteuma spicatum L.* in der beiderseitigen Epidermis und im Mesophyll kleine, prismatische oder nadelförmige Kristalle beobachten können. W i e er ihre chemische Natur bestimmt hat, geht aus seinen Angaben nicht hervor. Wir können die Angabe SCHMIDT's bestätigen. Die kleinen Kristalle sind in Schwefelsäure löslich, in nächster Nähe der Schnitte kann man hin und wieder einige Gipsnadeln beobachten. Möglich wäre es ja natürlich auch, dass diese Gipsbildungen von im Zellsaft gelösten Kalksalzen herrühren könnten, doch glauben wir diesem Bedenken kein grosses Gewicht beilegen zu brauchen, da schon die Form der Kristalle, jedenfalls soweit es sich im Prismen handelt, sehr für die angenommene Zusammensetzung spricht. - Übereinstimmend mit SCHMIDT haben wir trotz längerem Suchen die genannten Kristallbildungen in den Blättern von *Phyteuma canescens W. et Kit.* nicht nachweisen können. Wurden Blattquerschnitte mit Schwefelsäure behandelt, so konnte man auch nach längerer Zeit nirgend Gipsausfällungen beobachten. Ob man den Ausfall dieser Reaktion mittelbar für *Ph. spicatum* auszuwerten berechtigt ist, derart, dass man die dort bei entsprechender Behandlung von Blattquerschnitten auftretenden Gipsnadeln auf die daselbst vorhandenen Kristalle zurückführt und daraus sowie aus ihrem Verhalten gegen Essigsäure und Schwefelsäure hinsichtlich der Löslichkeit eindeutig ihre chemische Zusammensetzung bestimmt, dürfte wohl zu bezweifeln sein. - Im übrigen sei kurz folgendes bemerkt: Bei *Ph. canescens* lassen sich in dem reichlich ausfliessenden Milchsaft nennenswerte Mengen von Kalksalzen sowohl mikro- als auch makrochemisch nachweisen. Desgleichen sind solche, wenn auch in geringerem Masse, in dem schwach sauren Ausscheidungswasser enthalten. - Ganz ähnlich verhält sich in diesem Punkt *Ph. spicatum*. nur milcht die Art wesentlich

weniger als *Ph. canescens*. - Der saure Saft ist in beiden Fällen nitratfrei.

Specularia falcata A. DC. schliesst sich wiederum eng an die Gattung *Campanula* an, Oxalat wurde hier nicht beobachtet. Ein Unterschied ist jedoch insofern vorhanden, als hier der Milchsaft nur Spuren gelöster Kalksalze enthält und somit der Guttation im wesentlichen die Beseitigung des geringen Kalküberschusses obliegt. - Ausscheidungsflüssigkeit und Milchsaft reagieren schwach sauer, dieser enthält Spuren von Nitraten.

Bei *Wahlenbergia Roylei A. DC.* endlich ist der Kalkgehalt des Saftes so gering, dass ich ihn mikrochemisch nicht mehr nachweisen konnte und makrochemisch nur noch minimale Spuren von Calciumoxalat gebildet wurden. Hier ist also - noch eindeutiger als bei *Specularia* - die Guttation die einzige Form der Kalkbeseitigung. - Der spärich austretende Saft reagiert, wie auch das sezernierte Wasser, schwach sauer und ist nitratfrei.

Eins Sonderstellung unter den Campanulaccen nimmt, namentlich bezüglich unserer Frage, die Gattung *Sphenoclea* ein, die, wie SCHMIDT (53) festgestellt hat, keine Milchröhren, wohl aber gut ausgebildete Drüsen besitzt. Ich habe die Angaben für die einzige Art der Gattung, *Sphenoclea zeylanica Gärtn.*, von der mir Herbarmaterial zur Verfügung stand, bestätigen können. Die Frage, ob neben der Oxalatbildung auch die Guttation bei der Kalkreinigung beteiligt sei, muss offen gelassen werden.

Von den neuerdings zu den Campanulaceen gestellten

LOBELIACEEN

wurden zwei Vertreter der Gattung *Lobelia* untersucht. Den Einzeldaten seien ein paar Worte über den Bau der Wasserspalten dieser Gruppe vorausgeschickt. Bis vor kurzem nahm man mit TSWETT und FLACHSBURGER (54) allgemein an, dass die Wasserspalten der *Campanuloideae* von denen der *Lobelioideae* sich dadurch unterschieden, dass hier "ihre Spalten durch die Cuticula verschlossen" seien "und von dieser aus je eine ziemlich dicke cutinisierte und in der Spaltöffnung verlaufende Leiste in den Spaltraum" vordringe. Dadurch würde ihre Funktion zweifellos illusorisch gemacht sein. Nun hat neuerdings NEUMANN-REICHARDT (55) u. a. auch die Wasserspalten der Lobeliaceen einer erneuten Untersuchung unterzogen, und er bemerkt zusammenfassend darüber (p. 35), dass diese Organe hier eine "ganz sonderbare, in ihrer Bedeutung noch unverständliche Einrichtung" aufweisen. Die abweichende Bauart kommt darin zum Ausdruck, dass der "Porus .... hier von der keilförmig verdickten, stark kutinisierten Mittellamelle der zwischen den Porenzellen auftretenden Scheidewand durchsetzt und von der Cuticula überdeckt" wird, "die aber nicht, wie TSWETT angibt, unversehrt ist, sondern Löcher und Risse aufweist, durch die das Wasser hindurchtritt". Allerdings betont NUEMANN-REICHARDT auf p. 19, dass an ä l t e r e n (von mir gesperrt) Blättern auch Wasserspalten vorgekommen seien, "die die Durchlöcherung der Cuticula nicht erkennen liessen".

Aus dem anatomischen Bau der Wasserspalten ergibt sich ohne weiteres, dass die Guttation zum mindesten wesentlich erschwert, an älteren Blättern vielfach wohl unmöglich sein wird. Mir ist es denn auch trotz vielen Versuchen nicht gelungen, bei den beiden untersuchten Formen jemals Ausscheidungsflüssigkeit festzustellen (56).

Im übrigen sei kurz folgendes bemerkt:

Lobelia ramosa Bth. lässt ihren Saft beim Anschneiden nur so spärlich austreten, dass ich für die makrochemische Prüfung nicht genügend einsammeln konnte oder doch befürchten musste, durch zu häufiges Abtropfen verhältnismässig viel Zellsaft mitzubekommen. Die mikrochemische Reaktion fällt positiv aus; soweit bei solchen Schätzungsresultaten ein Vergleich zulässig ist, scheinen die im Saft gespeicherten Kalkmengen etwa die gleichen zu sein wie bei den Campanulaceen im engeren Sinne.

Lobelia cardinalis L. schliesst sich in ihrem Verhalten jener durchaus an. Der Milchsaft reagiert beide male schwach sauer und enthält keine Nitrate. - Im Gewebe lassen sich Spuren gelöster Kalksalze nachweisen.

Bei der Gattung *Lobelia* - ob auch bei den übrigen Gattungen der *Lobeliaceae* sei dahingestellt - wird der nur geringe Kalküberschuss in der Hauptsache im Milchsaft gespeichert, wir haben hier also eine Gruppe, die bezüglich unserer Frage der Gattung *Euphorbia* q u a l i t a t i v sehr nahe steht.

Wenn wir nunmehr versuchen, die als systematische Einheit gefasste Gruppe der *Campanulaceae-Lobeliaceae* hinsichtlich der Frage der Kalkreinigung zu gliedern und mit den bisherigen Typen in Zusammenhang zu bringen, so soll an dieser Stelle zunächst noch einmal nachdrücklich auf den durchgehends geringen Kalküberschuss dieser Formen hingewiesen werden. Denn eben diese r e l a t i v e Kalkarmut bedingt ihrerseits wiederum eine q uan t i t a t i v e Ungleichwertigkeit der hier jeweils vorhandenen gegenüber eben denselben, aber an relativ kalkreichen Pflanzen auftretenden Beseitigungsmöglichkeiten, eine Ungleichwertigkeit, die natürlich auf die infrage kommenden Organe oder chemischen Vorgänge als die Bedingungen eben jener Beseitigungsmöglichkeiten zurückfällt. Diese q u a n t i t a t i v e Ungleichwertigkeit der Beseitigungsmöglichkeiten kann aber u.E. deren q u a l i t a t i v e n Wert als solche keinen Abbruch tun, so lange ein Leistungsminimum nicht unterschritten wird. Wir bestimmen dieses Leistungsminimum dahin, dass wir sagen: Von einer Form der Kalkreinigung sprechen wir überall dort, wo durch einen eindeutig bestimmten Vorgang dem engeren Stoffwechsel der Pflanze eine nennenswerte, d.h. mikro- und makrochemisch deutlich nachweisbare Menge Calcium entzogen wird.

Diese z.T. etwas theoretische Auseinandersetzung schien uns geboten, obgleich wir von vorn herein nicht im Zweifel darüber gewesen sind, dass sie infolge ihrer notwendigen Unvollständigkeit sowohl von praktischer als auch von theoretsicher Seite wohl angegriffen werden kann.

Unter Berücksichtigung dieser Ausführung lassen sich nun die Campanulaceen-Lobeliaceen hinsichtlich der Kalkreinigung unschwer in 3 Gruppen gliedern.

An erster Stelle wäre von den Lobeliaceen die Gattung *Lobelia* zu nennen, deren Kalküberschuss jedenfalls in seiner überwiegenden Menge im Milchsaft gespeichert wird und die mithin ain Analogon zu den für unsere Frage typischen *Euphorbia*-Arten liefert.

Wie dann *Codiaeum* an *Euphorbia* , so schliessen sich die Gattungen *Campanula* und *Phyteuma* an *Lobelia* an, lediglich mit dem Unterschied, dass dort als zweite Form der Kalkbeseitigung die Oxalatbildung, hier die Guttation erscheint. Bei *Phyteuma* käme möglicherweise die Oxalatbildung als dritter Modus hinzu, doch möchten wir diese Frage nicht endgiltig entscheiden, unso weniger, als bisher nur für *Ph. spicatum* die erwähnten kleinen Oxalatkristalle nachgewiesen worden sind.

An dritter Stelle wären, parallel etwa zu *Ricinus* und *Mercurialis* , die Gattungen *Specularia* und *Wahlenbergia* zu nennen. Hier wie dort kommt der garnicht oder nur spärlich ausfliessende Saft als Kalkspeicher nicht mehr infrage; dort übernimmt die Oxalatbildung, hier die Guttation allein die Beseitigung des Kalk-Überschusses.

Eine Sonderstellung endlich nimmt, wie bereits betont, die Gattung *Sphenoclea* ein, der gegliederte Milchröhren völlig fehlen, und bei der nun der überschüssige Kalk als Oxalat ausgefällt und mithin dem Stoffwechsel entzogen wird. Ob daneben Guttation vorhanden, ob sie gegebenenfalls bei der Kalkreinigung beteiligt ist, muss dahingestellt bleiben. - Wenn wir die Gattung *Sphenoclea*, die, wie gesagt, weder Milchröhren noch Milchröhren-ähnliche Exkretorgane besitzt, in unsere Untersuchungen einbezogen haben, so geschah es deswegen, weil uns hier das Vikariieren zwischen Oxalat einer- und Milchsaft anderseits recht deutlich zu sein scheint. Während wir also bei der überwiegenden Mehrzahl der Campanulaceen Milchsaft, aber keine Oxalatbildung antreffen, ist hier der umgekehrte Fall. Dass wir natürlich die Verhältnisse nicht schlechthin verallgemeinern dürfen, ist selbstverständlich, zumal es ja schon unter den besprochenen Pflanzen eine ganze Reihe, und selbst unter den Campanulaceen einige Formen gibt, die Milchsaft u n d Oxalat nebeneinander führen, es zum andern aber auch nicht an Pflanzen fehlt, die w e d e r Milchsaft n o c h Oxalat enthalten.

Innerhalb der Familie der hier anzuschliessenden

PAPAVERACEEN

kommen bekanntlich neben einer Reihe von Gattungen mit gegliederten Milchröhren auch solche vor, die nur Milchsaft-Z e l l e n besitzen, wie beispielsweise die Gruppen *Glaucium, Eschscholzia* und *Bocconia*. Wir sehen von diesen Formen einstweilen ab und besprechen hier eine Reihe von *Papaver*Arten und *Chelidonium majus*.

Wie bekannt, gehören die Papaveraceen in der überwiegenden Mehrzahl zu den intensiv ausscheidenden Gewächsen, und es steht demnach von vorn herein zu erwarten, dass eben diese Guttation auch für unsere Frage nach der Kalkreinigung von Bedeutung sein wird. Es ist nun, wie das im einzelnen darzutun sein wird, tatsächlich so, dass mit der Ausscheidungsflüssigkeit der weitaus grösste Teil des Kalküberschusses nach aussen befördert wird. Nun dürfte aber dieser Kalküberschuss, soweit wir es nach unsern vergleichenden Untersuchungen beurteilen können, durchweg noch geringer sein als der der Campanulaceen und Lobeliaceen, derart, dass der Milchsaft als eigentlicher Kalkspeicher nicht mehr infrage kommt. Gewiss lassen sich in der Mehrzahl der Fälle Spuren von Kalksalzen in ihm nachweisen, und es dünkt uns wahrscheinlich (was durch erhöhte Kalkzufuhr experimentell zu erweisen wäre), dass der Saft als Kalkspeicher fungieren k ö n n t e, aber diese eventuelle Möglichkeit ändert an der Tatsache nichts, dass er unter normalen Verhältnissen - und darauf kommt es doch wesentlich an - nicht zu dieser Leistung herangezogen werden dürfte. Carbonat ist bekanntlich bei den Papaveraceen nirgends, Oxalat nur bei der Gattung *Bocconia* angetroffen worden. - Ich habe Blatt- und Stengelschnitte einer Reihe von Formen auf gelöste Kalksalze untersucht, stets mit dem gleichen Ergebnis, dass nämlich nur sehr geringe Mengen derselben im Gewebe vorhanden sind. - Bemerkenswert ist schliesslich die Tatsache, dass der kalkarme bzw. kalkfreie Saft vielfach eine deutliche Nitratreaktion gibt.

An Einzeldaten sei kurz folgendes mitgeteilt:

Papaver somniferum L., eine Pflanze mit mässigem Saftaustritt, hat einen r[illegible] kalkarmen Saft. Auf Schwefelsäure-Zusatz trat eine Gipsbildung nicht ein, wur[illegible] etwas mehr Saft verascht und der Rückstand mit Essigsäure aufgenommen und mit Ammoniumoxalat versetzt, so bekam man eine schwache Trübung, es hatten sich also Spuren von Calciumoxalat gebildet. - Im Ausscheidungswasser hingegen fiel die mikro- und makrochemische Reaktion auf Calcium deutlich positiv aus. - Es mag hier erwähnt sein, dass ich in der Wand der Fruchtkapsel ganz vereinzelt kleine Oxalatkristalle gefunden habe, in den vegetativen Teilen habe ich kein Oxalat angetroffen. Da die wenigen Kristalle als Oxalatbildung in u n s e r m Sinne nicht in betracht kommen, habe ich deren eventuelles Vorkommen in den Kapselwandungen anderer Arten nicht weiter verfolgt; es sei aber an dieser Stelle daran erinnert, dass auch gewisse *Caryophyllaceae, Valerianaceae* und *Primulaceae* in den Reproduktionsorganen oxalsauren Kalk führen, während solcher den vegetativen Teilen fehlt (57).- Milchsaft und Ausscheidungswasser von *Papver somniferum* reagieren schwach sauer.

Papaver orientale L. unterscheidet sich von der soeben besprochenen Form einmal dadurch, dass hier scheinbar der Kalkgehalt des Saftes etwas grösser ist - jedenfalls gab hier auch die Behandlung mit Schwefelsäure wenigstens eine Spuren-Reaktion - und sodann durch den Nitratgehalt des schwach sauren Saftes. Im übrigen gilt bezüglich unserer Frage für ihn das gleiche, was für *P. somniferum* festgestellt wurde. - Gegenüber *P. orientale* dürfte bei

Papaver bracteatum Lindl. der Milchsaft wiederum etwas kalkreicher sein. Jedenfalls ergaben die mikro- und makrochemische Prüfung schwach positive Resultate, also etwas mehr als blosse Spurenreaktionen. Die entsprechenden Untersuchungen des Guttationswassers liefern deutlichere Ergebnisse. - Saft und Guttationswasser reagieren sauer, der Saft enthält auch hier wieder Nitrate.

Bei *Papaver strictum Boiss. et Heldr.* verschieben sich die Verhältnisse insofern, als sich im Saft nur Spuren von Calcium nachweisen lassen, die Guttation aber, soweit ich beobachten konnte, intensiver stattfindet als bei *P. bracteatum*. Im übrigen ist zu wiederholen was für diese Form gesagt wurde.

Papaver lateritium C. Koch ist bezüglich unserer Frage charakterisiert durch eine scheinbar wenig intensive Wasser-Exkretion. Im Guttationswasser ist mikro-

und makrochemisch deutlich Calcium nachzuweisen. Der Saft ist sehr kalkarm, mittels Schwefelsäure bekommt man keine Gipsbildung, Veraschung und Weiterbehandlung des Rückstandes ergibt eine Spurenreaktion. - Michsaft und Guttationswasser reagieren schwach sauer; jener ergab mit Diphenylamin-Schwefelsäure eine intensive Blaufärbung.

Papaver Argemone L. scheidet erheblich stärker aus als die soeben besprochene Art, im sezernierten Wasser lassen sich Kalksalze makro- und mikrochemisch nachweisen. Aus dem Saft fällt Schwefelsäure vereinzelte Gipsnadeln aus, Veraschung und Behandlung der Asche mit Essigsäure und Ammonoxalat geben Spuren von Calciumoxalat. - Nitrate liessen sich im schwach sauer reagierenden Saft nicht nachweisen. - Ganz ähnlich verhält sich

Papaver Rhoeas L., nur fällt hier die mikrochemische Prüfung des Safts wesentlich besser aus als bei den meisten andern Formen; die makrochemische Untersuchung lieferte nur Spuren von Calciumoxalat. Ein weiterer Unterschied gegenüber der vorigen Art ist durch den Nitratgehalt des Safts gegeben.

Als letzte Form dieser Gattung wurde *Papaver nudicaule L.* untersucht, die wie alle andern kalkhaltiges Wasser ausscheidet. Bezüglich des Safts gilt dasselbe, was von dem der eben besprochenen Art gesagt wurde: mikrochemisch bekommt man einigermassen deutlich, makrochemisch hingegen nur spurenweise Reaktion. - Mit Diphenylamin-Schwefelsäure färbt sich der Saft erst rot, später violett. - Es sei, soweit es in den einzelnen Fällen nicht schon bemerkt ist, allgemein nachgetragen, dass Saft und Guttationswasser schwach sauer reagieren.

Aus der Gattung *Chelidonium* wurden *Ch. majus L.* und dessen Abart *Ch. laciniatum Mill.* untersucht, die sich bezüglich unserer Frage vollständig gleich verhalten. Beim Anschneiden lassen beide Formen einen praktisch kalkfreien Saft in ansehnlichen Mengen austreten. Der geringe Kalküberschuss wird mit dem sezernierten Wasser nach aussen befördert. - Gelöste Kalksalze sind im Gewebe nur in äusserst geringer Menge vorhanden. - Es sei hier an den Reichtum des Saftes an Alkaloiden erinnert, die mit Mineralsäuren in charakteristischen Formen ausfallen. Da manche von diesen mit Gipsnadeln verwechselt werden können, so kommt der mikrochemische Kalknachweis hier nicht infrage. - Der Saft scheint, soweit ich feststellen konnte, neutral zu reagieren; er enthält ansehnliche Mengen von Nitraten.

Fassen wir die gewonnenen Ergebnisse zusammen, so ist zu wiederholen, dass die Papaveraceen unter den besprochenen Familien insofern eine Sonderstellung einnehmen, als bei ihnen der Milchsaft als eigentlicher Kalkspeicher nicht angesehen werden kann. Experimentelle Untersuchungen werden darüber zu entscheiden haben, ob ihm - was uns sehr unwahrscheinlich dünkt - die Fähigkeit zur Ausübung dieser Funktion prinzipiell abgeht, oder ob er lediglich deswegen nicht an der Kalkreinigung beteiligt ist, weil der relativ geringe Kalküberschuss mit dem Guttationswasser mühelos nach aussen befördert werden kann. - In unserm System würden die mit g e g l i e d e r t e n Milchröhren ausgestatteten Papaveraceen als einheitliche Gruppe in die nächste Nähe des dritten Campanulaceen-Typs *Specularia-Wahlenbergia* zu stellen sein. - Von den nunmehr zu besprechenden

COMPOSITAE

kommen für uns an dieser Stelle enmal die Cichorieen und sodann die, nach Untersuchungen von COL (58) ebenfalls mit gegliederten Milchröhren ausgestatteten Gattungen *Carlina* und *Gazania* in Betracht. Was den Kalküberschuss anbetrifft, so ist er bei einer Reihe von Formen annähernd so gross wie bei den Papaveraceen, bei andern Arten ist er praktisch garnicht vorhanden. In der ersten Gruppe werden die geringen Mengen gelöster Kalksalze mit dem Guttationswasser nach aussen befördert, ganz so, wie wir es bei den Papaveraceen kennen gelernt haben. Der Milchsaft kommt, wie sich aus dem gesagten schon ergibt, auch bei den in Rede stehenden Compositen als Kalkspeicher nicht infrage. - Oxalat habe ich nur bei *Carlina* gefunden, hier tritt es als Rhaphiden auf. Calciumcarbonat wird als Membraneinlagerung mancher Compositen-Haare angegeben (59), sein Vorkommen ist nicht berücksichtigt. Die im Gewebe enthaltenen, gelösten Kalksalze spielen infolge ihrer geringen Menge keine Rolle.

Die Einzeluntersuchungen ergaben folgendes: in dem reichlich ausfliessenden Saft von *Lactuca Scariola L.* lässt sich mikro- und makrochemisch Calcium in Spuren nachweisen. Das sauer reagierende Hydathodenwasser gibt mit Schwefelsäure eine einigermassen deutliche Reaktion. - Auf Zusatz von Diphenylamin-Schwefelsäure färbt sich der sauer reagierende Saft gelb.

Lactuca virosa L. milcht sehr stark, enthält aber im Saft nur minimale Spuren von Calciumsalzen. Die mikrochemische Prüfung lieferte ganz vereinzelt einige Gipsnadeln, die Veraschung und weitere Behandlung mit Essigsäure und Ammoniumoxalat ergab ein negatives Resultat, es war überhaupt keine durch Calciumoxalat bedingte Trübung festzustellen. Bezüglich der Ausscheidungsflüssigkeit und ihres Kalkgehaltes ist zu wiederholen, was für *Lactuca Scariola* gesagt wurde. - Die Nitratprobe ist unklar, der saure Saft färbt sich rot. - Bei

Cichorium Intybus L. konnte ich in dem mässig ausfliessenden Saft weder direkt noch nach Veraschung auch nur Spuren von Calcium nachweisen. Der geringe Kalküberschuss wird auch hier mit dem Guttationswasser nach aussen befördert. - Der sauer reagierende Saft ist nitratfrei.

Tragopogon major Jacq. gehört wieder zu den sehr stark milchenden Formen. Im Saft bilden sich auf Schwefelsäure-Zusatz einige wenige Gipsnadeln, die makrochemische Untersuchung liefert ein negatives Resultat. Im übrigen gilt auch hier, was für *Cichorium Intybus* gesagt ist.

Tragopogon campestris Bess. schliesst sich bezüglich unserer Frage völlig den Verhältnissen bei *Tr. major* an, nur milcht jene Art nicht so stark.

Das gleiche gilt für *Sonchus palustris L.*, nur dass hier die im Gewebe in gelöster Form vorkommenden Kalksalze etwas deutlicher hervortreten als bei allen andern daraufhin untersuchten Formen.

Prenanthes purpurea L. lässt beim Anschneiden den Saft nur mässig ausfliessen. Kalksalze liessen sich darin weder mikro- noch makrochemisch nachweisen. Im schwach sauren Hydathodenwasser dagegen ist Calcium enthalten. Nitrate sind auch hier in dem sauer reagierenden Saft nicht vorhanden. - Von dieser Form weicht

Hieracium umbellatum L. insofern ab, als hier auf Zusatz von Diphenylamin-Schwefelsäure eine leichte Blaufärbung eintritt. - Die Pflanze ist übrigens nach STAHL's Angaben (60) mycotroph, doch scheint dies hier auf den geringen Kalküberschuss keinerlei Einfluss zu haben. - Bei der reichlich milchenden

Chondrilla juncea L. lassen sich im Saft makro- und mikrochemisch Spuren von Kalksalzen nachweisen. Eine einigermassen deutliche Reaktion auf Calcium liefert wiederum die Ausscheidungsflüssigkeit. - Im sauer reagierenden Saft sind geringe Nitratmengen vorhanden. - Wie diese Form, so verhält sich im wesentlichen auch

Taraxacum officinale Web. et Wigg., für das MOLISCH allerdings eine deutliche Reaktion bei direktem Nachweis im Saft angibt. Ich habe den Saft mehrfach untersucht, eine e i n i g e r m a s s e n deutliche, nicht eigentlich deutliche Reaktion habe ich nur einmal beobachtet.

Es sollen nun noch einige Cichoriaceen besprochen werden, bei denen auch mittels des Hydathodenwassers nur Spuren von Calcium ausgeschieden werden, und solche, bei denen ich Guttation überhaupt nicht feststellen konnte. So ist z.B.

Lactuca perennis L. eine Form, bei der ich trotz mehrfachen Versuchen Ausscheidung niemals habe beobachten können. Untersucht man den reichlich ausfliessenden Saft auf Calcium, so bekommt man auf Schwefelsäure-Zusatz ganz vereinzelt einige wenige Gipsnadeln; die makrochemische Prüfung fällt völlig negativ aus.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei *Scorzonera laciniata L. und Sc. purpurea L.*; Guttation ist nicht vorhanden und der Saft enthält keinerlei Kalksalze. - Nitrate sind in geringer Menge vorhanden. - Auch bei

Mulgedium macrophyllum DC. fehlt, soweit meine Beobachtungen reichen, die Wasserexkretion, hingegen sind im Saft der stark milchenden Pflanze Spuren von Calcium mikro- und makrochemisch nachweisbar. - Die Nitratreaktion bleibt unklar, der saure Saft wird rot. - Ganz ähnlich verhält sich

Crepis sibirica L., ein Unterschied ist nur insofern vorhanden, als hier geringe Nitratmengen im Saft vorkommen.

Scolymus hispanicus L., bei dem ich Guttation auch nicht beobachten konnte, hat

so gut wie kein Calcium im Milchsaft aufzuweisen, jedenfalls verläuft die makrochemische Reaktion glatt negativ; bei direktem Nachweis im Saft habe ich hie und da eine Gipsnadel gesehen. - Der Milchsaft reagiert sehr schwach sauer und ist nitratfrei. - Von Cynareen wurde

Carlina acaulis L. untersucht. Der reichlich ausfliessende, scheinbar neutral oder doch nur sehr schwach sauer reagierende Saft gibt mikrochemisch eine schwache, makrochemisch eine sehr starke Reaktion auf Calcium. Ausscheidung habe ich nicht mit Sicherheit feststellen können. - Interessant und bereits erwähnt ist das Vorkommen von Calciumoxalat, das sich als Rhaphiden im Mark und in der Rinde sowie auch im Mesophyll findet. - Nitrate liessen sich im Saft nicht nachweisen.

Schliesslich sei noch die Arctodidee

Gazania ringens Mnch. erwähnt, die nur spärlich milcht und nach dem mikrochemischen Befund geringe Mengen von Calciumsalzen im Saft enthält. Zur makrochemischen Untersuchung reichte die mir zur Verfügung stehende Saftmenge nicht recht aus. Guttation wurde nicht beobachtet. - Der saure Saft ist nitratfrei.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei den Compositen der Milchsaft für die Kalkspeicherung keinerlei Bedeutung hat. Dieser Umstand, sowie ferner die Tatsache, dass der, wenn überhaupt vorhandene, sehr geringe Kalküberschuss mittels des Hydathodenwassers nach aussen befördert wird, weist ihnen in unserer Übersicht eindeutig ihren Platz an. Wir gliedern unsere Compositen in 3 Gruppen:

Die erste hat e i n e n Modus der Kalkbeseitigung verwirklicht, die Guttation; sie rangiert parallel unserer dritten Campanulaceen-Lobeliaceen- und der einzigen Papaveraceen-Abteilung.

An zweiter Stelle steht dann, als einziger Vertreter dieser Gruppe, *Carlina acaulis*, bei der der "Milchsaft" ebenfalls nicht als Kalkspeicher benützt und die Guttation hinsichtlich der Kalkreinigung durch die Oxalatbildung ersetzt wird. Wir werden diese Form also mit unserer zweiten Apocynaceen-Asclepiadaceen-Gruppe in eine Reihe stellen können.

In einer dritten Abteilung werden sodann alle Formen untergebracht, bei denen ein nennenswerter Kalküberschuss garnicht vorhanden, irgendwelche Mittel zu seiner Beseitigung mithin nicht erforderlich sind. Sie wäre mit unserer dritten Apocynaceen-Asclepiadaceen-Gruppe zu vergleichen.

Unter den mit gegliederten Milchröhren ausgestatteten Dicotyledonen besprechen wir an letzter Stelle die

PAPAYACEEN.

Der bekannteste Vertreter dieser Familie, *Carica Papaya L.*, der "Melonenbaum" lässt aus abgeschnittenen jungen Trieben mässige Mengen Saft austreten, während der Ausfluss aus dem Blattstiel älterer Blätter nur recht spärlich zu sein pflegt. Mit Schwefelsäure behandelt, bekommt man eine starke Reaktion auf Calcium, die makrochemische Reaktion liefert ein weniger deutliches Resultat. Immerhin scheint der Saft als Kalkspeicher zu fungieren, wenn auch das im Gewebe vorhandene Oxalat für die Kalkreinigung die Hauptsache leistn mag. Der oxalsaure Kalk kommt in Form gut ausgebildeter Drusen in Blatt und Axe vor. Daneben trifft man Einzelkristalle an. - Es sei hinzugefügt, dass der saure Saft sehr nitratreich ist. - *Carica Papaya* zeigt also bezüglich unserer Frage ein Verhalten, das dem unserer ersten Apocynaceen-Asclepiadaceen-Gruppe einigermassen entspricht.

Unter den Monocotyledonen besitzen echte gegliederte Milchröhren nur ein Teil der

AROIDEEN,

von denen zwei *Xanthosoma*- Arten und je ein Vertreter der Gattungen *Colocasia* und *Alocasia* untersucht wurden. Wir sehen unserer Einteilung gemäss an dieser Stelle von der Besprechung der Musaceen ab, da deren Milchsaftbehälter entweder Milchsaft-Zellen oder Übergänge dieser zu den gegliederten Milchröhren darstellen (61). Gemeinsam ist bekanntlich den Musaceen und den Aroideen der Gerbstoffreichtum der

"Milchröhren"-Inhalte, eine Tatsache, aufgrund deren DE BARY (62) eine physiologische Gleichwertigkeit des Milchsafts dieser beiden anzunehmen geneigt ist. Diese ihrer Funktion nach s. E. wohl den anatomisch verschiedenen Gerbstoffbehältern anzureihenden Exkretbehälter sind nach De BARY's Meinung den "gerbstoffärmeren oder gerbstoffreien und zu den Siebröhren in nächster Beziehung stehenden" Milchsaft führenden Elementen der übrigen Familien gegenüberzustellen. Wir können der Meinung De BARY's nicht beipflichten, sind vielmehr mit MOLISCH (63) der Ansicht, dass den "Milchröhren" der Aroideen und Musaceen keine andere Hauptfunktion zuzuschreiben sein wird, als den gerbstoffreien "Milchröhren" (64) der anderen Familien. Was die von De BARY gemutmasste physiologische Beziehung zwischen Milchsaftbehältern und Siebröhren anbelangt, so hat sich dieselbe nach KNIEP's (65) Untersuchungen im allgemeinen nicht bestätigen lassen.

Wir kommen zur Mitteilung der für unsere Frage wesentlichen Einzeldaten und besprechen zunächst die Befunde bei

Alocasia odora C. Koch. - Schneidet man ein Blatt dieser Pflanze ab, so treten aus der Schnittfläche des an der Pflanze verbiebenen wie aus der des abgeschnitteten Teils des Blattstiels Tröpfchen eines wenig milchigen Saftes aus. Dieser Saftausfluss erstreckt sich über eine längere Zeit. So konnte ich nach der ersten Ausbeute von der Schnittfläche eines mit dieser senkrecht nach unten hängenden Blattes noch etwa 5 - 6 mal in Zeiträumen von etwa 5 - 10 Minuten einen grösseren, durch das Zusammenfliessen kleinerer entstandenen, Tropfen abtupfen. Der im Augenblick des Ausfliessens sauer reagierende Saft dickt in kleinen Mengen sehr bald zu einer fast farblosen, gelatinösen Masse ein, enthält keine Kristalle und färbt sich auf Zugabe von Diphenylamin-Schwefelsäure zunächst blau, es sind mithin Nitrate vorhanden. Diese Blaufärbung verschwindet jedoch bald, um einer gelbgrünen und schliesslich braunen Farbe Platz zu machen. Sein Kalkgehalt ist ausserordentlich gross, wie es sowohl die mikro- als auch die makrochemische Untersuchung dartut. Zu jener ist zu bemerken, dass neben einer Fülle von Gips-nadeln , -Nadelbüscheln und -Täfelchen auch Kristallaggregate vorkommen, die an die bei *Euphorbia tirucalli* und *E. Laro* beobachteten und besprochenen Gebilde erinnern. Auch bei *Alocasia odora* habe ich solche Gips-Nadelbüschel (ihre chemische Natur scheint mir, wenn freilich auch nicht einwandfrei erwiesen, nicht zweifelhaft) angetroffen, die von tafelartigen Kristallen unterlagert waren, die bezüglich ihrer Form allerdings von den bei den genannten Euphorbien beschriebenen abwichen und hier, soweit ich sehen konnte, einheitliche Kristalle darstellen. Ob diese Tafeln ebenfalls aus Gips bestehen, möchte ich nicht entscheiden; ich halte es immerhin für sehr wahrscheinlich.

Recht interessante Ergebnisse lieferte die Untersuchung verschieden alter Blätter bezüglich des Vorkommens von Oxalat. Es sie vorweg bemerkt, dass im günstigsten Fall dasselbe in viererlei Form angetroffen wurde, als Rhaphiden, als Sand, als Drusen und (allerdings nur ganz vereinzelt) als Einzelkristalle.

Untersucht man einen Blatts t i e l zu einer Zeit, in der die zugehörige Lamina noch ganz gelblichweiss und völlig eingerollt ist, so findet man auf den Querschnitten regellos zerstreut typische Rhaphiden-Idioblasten. Sie grenzen vielfach an den Zellenring an, der die grossen und zahlreichen Interzellularen umgibt, sind also durch diesen von dem Hohlraum getrennt. Andere Oxalat-Vorkommnisse habe ich auch auf Längsschnitten nicht beobachten können. - Vergleicht man nun diese Bilder mit solchen, die Quer- und Längsschnitte durch Blattstiele liefern, deren gelbgrüne bis hellgrüne Lamina eben im Begriff ist, sich auszubreiten, so stimmen sie darin überein, dass auch hier Rhaphidenbündel vorkommen, sie unterscheiden sich aber durch die Lagerung derselben. Im zweiten Fall grenzen die Idioblasten direkt an die Interzellularen, ja sie ragen meistens blasenartig in dieselben hinein. Wie diese Verlagerung zustande kommt, muss ich dahingestellt sein lassen, es dünkt mich wenig wahrscheinlich, dass sie die Zellen des den Interzellulargang umschliessenden Ringes gewissermassen beiseite gedrängt haben. Es scheint dies umso weniger wahrscheinlich, als die Ringzellen (ein Wort, das allerdings zur Verwechselung Anlass geben könnte) ursprünglich mehr in die Länge, später mehr in die Breite gestreckt zu sein scheinen. Ich sehe aber auch kei-

ne andere Erklärungsmöglichkeit für diese Tatsache. - Ausser Rhaphiden kommt hin und wieder auch Kristallsand vor. - Auf Schnitten durch den Petiolus ausgebildeter Blätter begegnet man dann ausser den Rhaphiden (bezüglich deren Lage das für den zweiten Fall gesagte zu wiederholen ist) Drusen, allerdings in ziemlich geringer Zahl, und dem charakteristischen Kristallsand, der sich in 1 - 2 Häufchen im Lumen der weitaus meisten zentralen, chlorophyllfreien Zellen findet, während er, soweit ich beobachten konnte, den peripheren, mit Blattgrün ausgestatteten Zellen fehlt. - Bezüglich der Rhaphiden-Idioblasten mag noch erwähnt sein, dass ich in den meisten Fällen mehrere solcher (vielfach 2 - 6) in die Interzellularräume hineinragen sah. Noch häufiger sind sie in den sekundären Blattnerven, hier grenzen oft 12 und mehr Rhaphidenzellen (im selben Querschnitt natürlich) an einen Interzellulargang. Schliesslich bleibt noch hinzuzufügen, dass in jedem Idioblasten möglicherweise mehrere Rhaphidenbündel enthalten sein können (66), jedoch wurde das nicht des näheren untersucht.

Prinzipiell verhält sich die Lamina auf verschiedenen Entwickelungsstufen bezüglich der Ausbildung von Calciumoxalat ähnlich wie der Blattstiel. Auf Querschnitten durch die noch völlig eingerollte Blattspreite sind die Rhaphidenzellen nicht eben häufig. Sie treten entweder direkt unter der Epidermis oder etwas mehr nach der Mitte des Blattes zu auf. Drusen konnte ich nicht beobachten, hingegen fanden sich vereinzelt kleine, unter gekreuzten Nicols aufleuchtende Pünktchen, über deren chemische Natur ich aber nichts auszusagen vermag. - In etwas älteren, eben in Entfaltung begriffenen Spreiten kommen neben den Rhaphiden zahlreiche Drusen vor, und zwar beobachtet man sie vorwiegend in der Nähe der beiderseitigen Epidermis. - In fertig ausgebildeten Blattspreiten treten die Rhaphiden zurück. Das dürfte sich wahrscheinlich daraus erklären, dass nachtäglich keine neuen Rhaphiden gebildet werden, sondern dass im Verlauf der weiteren Entwickelung das Oxalat in Form von Sand, Drusen oder Einzelkristallen abgelagert wird [1]. Die ursprünglich vorhandenen Rhaphiden-Idioblasten würden infolge des Wachstums des Blattes weiter auseinander gerückt sein, wodurch dann ihre scheinbare Abnahme in Schnitten verständlich würde. Die Drusen finden sich vornehmlich in der Nähe der Blatt-Unterseite, daneben kommen sie vereinzelt im Mesophyll und nahe der Blatt-Oberseite vor. In der oberseitigen Epidermis habe ich ferner einmal bröckelige Einzelkristalle, in der Nähe der Blatt-Unterseite einige male kleine im polarisierten Licht aufleuchtende Gebilde beobachtet. Ob es sich hier um Kristallsand gehandelt hat, bleibe dahingestellt. - Für die Beseitigung des grossen Kalküberschusses werden also Milchsaft und Oxalatbildung in erheblichem Masse herangezogen. Der Guttation (67) schein eine nennenswerte Bedeutung für die Kalkreinigung nicht zuzukommen. Calciumcarbonat wurde nicht beobachtet.

Die beiden untersuchten *Xanthosoma*-Arten stimmen im wesentlichen mit *Alocasia*

---

1) Es sei hier daran erinnert, dass SCHIMPER das in jugendlichen Pflanzenteilen vornehmlich als Rhaphiden auftretende, seiner Meinung nach ohne Beteiligung äusserer Umstände, lediglich durch das Zusammentreten seiner beiden vorhandenen Komponenten entstehende Oxalat als primäres, dem in älteren und ausgewachsenen Blättern oft in grosser Menge (meist in Form von Drusen oder Einzelkristallen) vorhandenen als sekundärem gegenüberstellt. Zur Bildung eben dieses sekundären Oxalats sind nach seiner und KOHL's Meinung Licht, Chlorophyll und Transpiration notwendige Vorbedingungen. Ich habe mich zu dieser Auffassung bereits früher kritisch geäussert, und zunächst betont, dass dieser Einteilung - es kommen noch tertiäres und quartäres Oxalat hinzu - praktisch umso weniger Bedutung zukommt, als verschiedene Forscher in der Benennung der einzelnen Arten voneinander abweichen. "Ungeachtet dieser Schwächen schint mir der von KOHL und SCHIMPER betonte Unterschied in der Bildung des p r i m ä r e n und s e k u n d ä r e n Oxalats garnicht physikalisch- oder chemisch-physiologischer Natur, sondern rein temporärer Art zu sein, will sagen: die verschiedenen, oder besser: verschieden scheinenden Voraussetzungen der Oxalatbildung erklären sich aus dem jeweiligen Entwickelungsstadium der Pflanze oder des betreffenden Pflanzenteils, aus der Zeit, in der die Produktion stattfindet. Näheres vergl. ONKEN in Prometheus 1917, p. 778 ff. Daselbst Literaturangaben.

odora überein.

Xanthosoma Maximiliana Schott lässt beim Anschneiden nach und nach eine recht ansehnliche Menge milchigen Safts ausfliessen. Er reagiert sauer, enthält keine Kristalle und Nitrate, wohl aber sehr viel Calcium. Auf Schwefelsäure-Zusatz bilden sich neben den charakteristischen Gipsnadeln, -Nadelbüscheln und -Täfelchen auch flächenartige Aggregate, die, aus Tafelpaaren zusammengesetzt, ganz so aussehen wie die bei *Euphorbia tirucalli* und *E. Laro* beobachteten. - Untersucht man Schnitte aus dem Stiel und der Spreite älterer Blätter, so findet man bezüglich des Oxalatvorkommens das gleiche wie bei *Alocasia*, also Rhaphiden, Drusen und Sand im Petiolus, Rhaphiden und Drusen in der Lamina. Daneben schein Kristallsand vereinzelt vorzukommen.

Xanthosoma violacea Schott verhält sich der andern Art sehr ähnlich, nur scheint hier der Kalkgehalt des Saftes nicht ganz so bedeutend zu sein. Bei der mikrochemischen Reaktion fällt der Gips vornehmlich in Nadeln aus. Die für *X. Maximiliana* beobachteten Aggregate habe ich hier nicht angetroffen.- Wie im Saft, so scheint auch im Gewebe das Calcium etwas zurückzutreten, soweit sich das aus dem Vergleich einer Reihe von Präparaten ersehen lässt. In Blattstielen, deren Lamina noch eingerollt ist, trifft man lediglich Rhaphiden-Idioblasten, die hier vielfach in die Interzellularen hineinragen. In den Stielen ausgebildeter Blätter kommen ausserdem kleine Drusen vor. Was den Kristallsand anbelangt, so habe ich ihn lediglich in Schnitten angetroffen, die dem basalen Teil des Petiolus entnommen waren. - Die Lamina enthält, solange sie noch nicht ausgebildet ist, im wesentlichen nur Rhaphiden, ganz vereinzelt kommt daneben Kristallsand vor. In der fertig ausgebildeten Spreite finden sich ausserdem Drüsen, die allerdings vielfach nicht charakteristisch ausgebildet und oft sehr klein sind, sodass man hin und wieder im Zweifel sein kann, ob man ein sehr dichtes Häufchen von Kristallsand oder ein drusenartiges Gebilde vor sich hat. - Wie bei *Alocasia odora*, so wird auch bei den beiden *Xanthosomen* der Kalküberschuss z.T. im Milchsaft gespeichert, z.T. als Oxalat abgelagert. Die Guttation kommt für die Kalkreinigung kaum in betracht.

Als Vertreter der durch eine oft enorme Guttation (68) ausgezeichneten Colocasien wurde *Clocasia multifida Hort* untersucht. Der Saft tritt hier spärlicher aus als bei den andern Formen, gibt eine intensive Nitratreaktion, enthält aber nur mässige Kalkmengen. Bei dem geringen Saftaustritt sah ich, um nicht zuviel Material zu verbrauchen, von der Veraschung ab, was umso eher geschehen konnte, als die mikrochemische Prüfung durchaus eindeutig ausfällt. - Weiterhin ist es charakteristisch, dass auch das Oxalat wesentlich zurücktritt. Auf Blattstiel-Längs- und Querschnitten habe ich niemals Rhaphiden und Drusen sondern immer nur Kristallsand vorgefunden. In der Spreite fehlen die Rhaphiden zwar nicht ganz, sind jedoch, soweit meine Beobachtungen an Schnitten aus verschiedenen Teilen derselben reichen, nur selten anzutreffen. Ausserdem kommt Kristallsand vor, während Drusen gänzlich zu fehlen scheinen und Einzelkristalle nur ein mal (als Tafel) beobachtet wurden. -

Es liegt nun die Frage nahe, ob das Zurücktreten des Calciums im Saft und im Gewebe mit der stärkeren Guttation in ursächlichem Zusammenhang stehe, ob, mit andern Worten, bei *Colocasia multifida* ein wesentlicher Teil des Kalküberschusses mit dem sezernierten Wasser nach aussen befördert werde. Diese Frage wird letzten Endes nur durch quantitative Untersuchungen entschieden werden können (69), wie das für das Problem der exkretphysiologischen Bedeutung der Guttation ganz allgemein schon an anderer Stelle betont wurde. In ein bis zwei Tropfen der Ausscheidungsflüssigkeit-Mengen also, wie sie für die qualitative mikrochemische Reaktion genommen wurden, liess sich kein Calcium nachweisen. Das darf nicht wundernehmen, wenn man bedenkt, dass UNGER (70) den Aschenrückstand des Hydathodenwassers von *Colocasia antiquorum* zu 0,008% betsimmte und wenn man die Voraussetzung macht, dass die verschiednen *Colocasia*-Arten sich in dieser Beziehung ähnlich verhalten. Welchen Anteil das Calcium an den geringen Aschenmengen hat ist meines Wissens bisher nicht untersucht worden.

Es handelt sich hier nun allerdings nicht, wie es im ersten Augenblick den

Anschein hat, um ein rein e x k r e tphysiologisches Problem, sondern es spielt in diese Frage ein e r n ä h r u n g sphysiologishces Moment hinein, das dem exkretphysiologischen in gewissem Sinne ent-gengerichtet ist. Dieses angedeutete ernährungsphysiologische Moment ist dadurch gegeben, dass die Guttation, als sichtbarer Ausdruck einer intensiven Nährsalz-Durchströmung, doch wohl gewiss eine Anreicherung eben dieser Salze - also auch des Calciums - in der Pflanze bedingt, wie sie durch die normale Transpiration im allgemeinen nicht erreicht wird. Eben diese, durch die Ausscheidung wenigstens mittelbar verursachte Salzzufuhr- E r h ö h u n g steht nun, als ihre e r n ä h r u n g sphysiologische Leistung der Sezernierung von wasserlöslichen Mineralsalzen (und organischen Stoffen) als ihre e x k r e tphysiologische Leistung gegenüber. Zahlenmässig werden wir bestenfalls nur diese letztere festlegen können, jene von der durch die Transpiration schlechthin bedingten Nährsalzzufuhr zu trennen und numerisch zu bestimmen dürfte - einstweilen jedenfalls - schwer möglich sein. Aus diesem Grunde wird sich auch über das Verhältnis beider zueinander im günstigsten Fall nur m i t t e l b a r etwas aussagen lassen. Einen Anhaltspunkt dürfte uns - wenn wir uns auf das Calcium beschränken - das Vorkommen von oxalsaurem Kalk, bzw. sein Fehlen in guttierenden Pflanzen liefern. Beide angedeuteten Fälle sind in der Natur verwrklicht. - In einer Reihe krautiger, mehr oder minder stark ausscheidender Monocotyledonen (*Cyperaceae*, viele *Gramineae*) und Dicotyledonen (*Fumariaceae, Valerianaceae, Plantaginaceae*) fehlt das Calciumoxalat. Und da nun bei diesen Pflanzen ein eventueller Kalküberschuss auch nicht wenigstens teilweise anderweitig beseitigt ist - etwa durch Speicherung im Milchsaft wie bei den Campanulaceen oder durch Ablagerung als Carbonat wie es bei den Cruciferen der Fall ist (71) - so ist es doch zum mindesten wahrscheinlich, dass in diesen Fällen die e x k r e tphysiologische Leistung der Guttation r e l a t i v ebenso gross oder grösser ist, als ihre e r n ä h r u n g sphysiologische. Wit unterstreichen das Wort "relativ" und wollen damit andeuten, dass die durch die Ausscheidung beseitigte Kalkmenge natürlich nicht so gross oder gar grösser zu sein braucht - und es wohl auch niemals ist - als die durch die von der Guttation bewirkten Salzaufnahmee r h ö h u n g m e h r in die Pflanze gelangte Quantität, sondern lediglich ebensogross oder grösser sein muss als d e r Teil eben dieser M e h r -Menge, der n i c h t zum Aufbau der Pflanze verwandt worden ist und somit als Kalkü b e r s c h u s s seine Beseitigung auf diese oder jene Weise - hier durch das Guttationswasser - erforderlich macht.

Andererseits fehlt es nun aber auch nicht an Pflanzen, die, obwohl sie ausscheiden, dennoch Oxalat in dieser oder jener Form enthalten, wobei wir von eventuell hinzukommenden oder ausschliesslich vorhandenen andern Formen der Kalkreinigung einmal absehen. In diesen Fällen ist also die e r n ä h r u n g s -physiologische Leistung der Guttation relativ grösser als ihre e x k r e t -physiologische, und das Plus jener findet seinen exkretphysiologischen Ausdruck in der Ablagerung der Oxalatkristalle.

Es bleibt dann hier die Frage noch offen, ob die Entstehung der R a p h i d e n, die doch in mehrfacher Hinsicht eine Sonderstellung unter den verschiedenen Formen des Oxalats ainnehmen, ohne weiteres in den hier erörterten Modus der Oxalatbildung mit einbegriffen werden darf. Wenn wir uns daran erinnern, dass erstens die zur Bildung von Rhaphiden benützte Kalkmenge sehr gering ist, dass zweitens, gerade bei den hier in Rede stehenden Arten (*Impatiens, Balsamina, Galium* u.a.) der Kalkgehalt des Samens genügt um ihre Bildung zu ermöglichen und dass drittens endlich - was mit dem vorhergehenden schon indirekt gesagt ist - die Entstehung derselben, in der Hauptsache jedenfalls, sehr frühzeitig erfolgt, dann will es uns zweifelhaft erscheinen, ob die Rhaphiden ihre Entstehung dem e r n ä h r u n g s-physiologischen Plus der Guttation verdanken. Aber selbst wenn ihre ursprüngliche Bildung oder ihre eventuelle nachträgliche Vermehrung in dem genannten Moment ihre stoffliche Voraussetzung hat, so wird man u.E. eben diese, vielleicht als Leistungsüberschuss zu bezeichnende Wirkung der Guttation n i c h t a l s ihren, oder vielleicht besser, als einen ihrer Zwecke ansehen dürfen, wie es Stahl zu tun scheint (72), selbst dann nicht als einen ihrer Zwecke ansehen dürfen, wenn man das ö k o l o g i s c h e Moment der Schutzwirkung der Rhaphiden mit in Rechnung

stellt. Nicht die Tatsache, dass unter "normalen Umständen ... die reichliche Guttation den Erwerb des bei diesen raschwüchsigen, n a d e l r e i c h e n Gewächsen erforderlichen Calciums" eben doch im Sinne einer für die Rhaphidenbildung Verwendung findenden Kalk-Ü b e r s c h u s s e s -"s i c h e r t" (73) wobei dies "Sichern" nach dem bei STAHL voraufgehenden Abschnitt und nach seiner ganzen Denkart gleich "bezwecken" zu setzen ist - sondern vielmehr der Umstand, dass durch die Ausscheidung eine der schnellen Entwickelung der Pflanzen entsprechende Quantität von B a u s t o f f e n , und, soweit es a l s s o l c h e r inbetracht kommt, a u c h Calcium, sowie ihr genügende Wassermengen zur Verfügung stehen, scheint uns hier wesentlich und als ernährungsphysiologischer Zweck der Guttation anzusprechen zu sein. Ihr e x k r e t p h y s i o l o g i s c h - e r Zweck ist dann aber nicht etwa die durch übermässige Salzzufuhr ermöglichte Exkret-B i l d u n g ganz allgemein, - worunter als Spezialfall die durch übergreiche Kalkzufuhr bedingte Oxalatbildung fallen würde -, sondern ganz im Gegenteil eine mehr oder minder intensive Exkret-B e s e i t i g u n g. Die E x k r - e t b i l d u n g in guttierenden Pflanzen ist - um es noch einmal zu betonen - u.E. lediglich der e x k r e t-physiologische Ausdruck der Tatsache, dass in diesen in praxi gewiss recht häufigen Fällen die e r n ä h r u n g s -physiologische Leistung der Guttation r e l a t i v g r ö s s e r ist als ihre e x - k r e t-physiologische. Mit dem uns beinahe überflüssig erscheinenden Hinweis, dass wir, um der gedanklichen Klarheit willen, von allen äussern und innern Umständen, die die Verhältnisse sehr wohl modifizieren und ihnen ihre Eindeutigkeit nehmen können, abstrahiert haben, beschliessen wir diese, uns doch wohl notwendig erscheinende theoretische Auseinandersetzung.

Die hier für *Colocasia* ausgesprochene Vermutung, dass der geringere Oxalatgehalt mit der intensiveren Guttation in einem Causalzusammenhang stehe, derart, dass durch diese ein Teil des Kalküberschusses in wasserlöslicher Form ausgeschieden würde, lässt sich nunmehr exakt folgendermassen formulieren: Das Zurücktreten des Oxalats bei *Colocasia* lässt, als exkretphysiologischer Ausdruck der ernährungsphysiologischen Mehrleistung der Guttation auf eine Abnahme eben dieser Mehrleistung gegenüber der exkretphysiologischen Leistung schliessen. Dabei kommt die dadurch bedingte Annäherung der beiden Leistungen dadurch zustande, dass bei der, durch die intensivere Guttation bedingten absoluten Zunahme beider Leistungen, die exkretphysiologische relativ stärker wächst. Ob und wieweit der hypostasierte, hier lediglich begrifflich klargelegte Kausalnexus zwischen Guttation und Oxalatbildung wirklich besteht, ob und inwieweit andere Ursachen und Wirkungen hier mit im Spiele sind oder gar allein und ausschliesslich in Betracht kommen, das im einzelnen experimentell darzulegen kann, soweit sich diese zweifellos nicht einfache Aufgabe überhaupt lösen lässt, hier natürlich nicht unsere Absicht sein.

Praktisch begnügen wir uns mit der bereits erwähnten Tatsache, dass der Kalkgehalt des Guttationswassers von *Colocasia* - in kleinern Mengen genommen jedenfalls - beinahe gleich null ist und mithin die Guttation hier, zum Unterschied von der Milchsaftspeicherung und Oxalatbildung, für die Kalkreinigung nicht wesentlich inbetracht kommen dürfte.

Fassen wir die uns angehenden Einzeldaten der mit gegliederten Milchröhren ausgestatteten Aroideen zusammen, so ergibt sich, dass der Milchsaft und die Oxalatbildung in gleicher Weise an der Beseitigung des Kalk-Überschusses beteiligt sind, während die Guttation in dieser Beziehung wenig oder praktisch garnichts leisten dürfte. In unserer Übersicht würden also die untersuchten Aroideen als einheitliche Gruppe an die oxalatfreien *Euphorbia*-Arten anzuschliessen und mit unserer ersten Apocynaceen-Asclepiadaceen-Gruppe, den Cannabaceen und ähnlichen Typen in Parallele zu stellen sein.

Wir beschliessen damit die Untersuchung der mit gegliederten Milchröhren ausgestatteten Pflanzen und stellen fest, dass auch hier, ganz analog wie bei den mit ungegliederten Milchröhren ausgerüsteten Formen, der Milchsaft in sehr verschiedenem Masse an der Kalkreinigung beteiligt ist. Gerade die Aroideen haben uns noch gezeigt, dass auch der Inhalt der gegliederten Milchröhren - wenigstens ist es bei *Alocasia* und *Xanthosoma* so - in ganz unzweideutiger Wiese als Kalk-

speicher angesprochen werden kann. Wenn also in den übrigen Familien des zweiten Formenkreises der Milchsaft vielfach ganz wesentlich kalkärmer oder praktisch gar kalkfrei ist, so hat das seine Ursache nicht in der anatomischen Beschaffenheit seiner Behälter, sondern in dem jeweils vorhandenen Kalküberschuss und in den jeweils anderweitig gegebenen Möglichkeiten zu seiner Beseitigung.

III. FORMEN MIT "MILCHSAFT" FÜHRENDEN, ANATOMISCH VERSCHIEDENEN EXKRETBEHÄLTERN.

Bezüglich ihres anatomischen Baues sei auf das vielfach genannte Werk SOLEREDER's und auf die dort angegebene Spezialliteratur verwiesen. Wir eröffnen auch diese Gruppe mit einigen Vertretern der

EUPHORBIACEEN,

und zwar handelt es sich hier um Arten der Gattung *Acalypha*., die mit sekretorischen Zellreihen ausgestattet ist.

Acalypha spec. lässt beim Durchschneiden des Blattstiels eine ziemliche Menge eines fast klaren Safts austreten, im dem Oxalatkristalle nicht enthalten sind, der aber, wie ich mikrochemisch feststellen konnte, Spuren von Calcium enthält. - Auf Stengel-Längs- und -Querschnitten trifft man Oxalatdrusen in sehr grosser Menge an. Im Mark sind es typische, grosse Formen, in der Rinde sind Grösse und Scharfkantigkeit derselben z.T. wesentlich geringer. In der Spreite treten die Drusen der Zahl nach erheblich zurück. - Der Saft reagiert sauer und ist sehr nitratreich.

Nur recht spärlich tritt der Saft bei *Acalypha Sanderiana Hort.* aus. Der Kalkgehalt des Safts ist hier minimal. Das anatomische Bild, die Reaktion und der Nitratgehalt desselben stimmen ebenfalls mit dem für die andere Form bekommenen Resultaten überein.

Bei *Acalypha Dorotheae Hort.* ist ein Saft-Ausfluss nicht eigentlich vorhanden. Tupft man die feuchte Schnittfläche auf einen Objektträger ab, und versetzt die minimale Flüssigkeitsmenge - die man als "Saft" nicht bezeichnen kann, da bei solch geringen Mengen der hinzukommende Zellsaft mit berücksichtigt werden muss - mit einem Tropfen Schwefelsäure, so bekommt man überhaupt keine Gipsbildung, die Flüssigkeit ist also kalkfrei. Im übrigen ist zu wiederholen, was für die beiden andern Arten gesagt ist, abgesehen davon, dass bei der letzten Art der Nitratgehalt der Flüssigkeit recht gering war. - Carbonatbildung und Guttation wurden nicht festgestellt.

In der Gattung *Acalypha* ist demnach der "Milchsaft", soweit ein solcher vorhanden ist, an der Speicherung des Kalküberschusses nicht in nennenswerter Weise beteiligt, derselbe wird als Oxalat im Gewebe festgelegt. Wir haben also hier ganz ähnliche Verhältnisse wie bei *Mercurialis* und *Ricinus*.

In der Familie der

PAPAVERACEEN

fehlen echte gegliederte Milchröhren u.a. bei *Glaucium, Bocconia* und *Eschscholzia*. Hier treten Milchsaft-Z e l l e n an ihre Stelle,

Glaucium luteum Scop., eine mässig milchende Pflanze, enthält nur sehr geringe Kalkmengen im Saft, sodass man diesen als Kalkspeicher nicht ansprechen kann. Carbonat und Oxalat sind im Gewebe nicht vorhanden. Der Kalküberschuss wird in dem reichlich sezernierten Wasser nach aussen befördert, wie die mikro- und makrochemische Prüfung desselben es dartun. - Der schwach saure Saft enthält reichlich Nitrate.

Eschscholzia californica Lindl., eine intensiv ausscheidende Form, verhält sich im wesentlichen wie *Glaucium luteum*. Allerdings fällt die Reaktion der Guttationsflüssigkeit auf Calcium geringer aus. Im mässig ausfliessenden, schwach sauer reagierenden Saft lässt sich mikrochemisch kein Kalk nachweisen, makrochemisch bekommt man eine Spuren-Reaktion. Es kommt somit auch hier der Saft als Kalkspeicher nicht infrage. - Der Nitratgehalt des Saftes tritt hier wesentlich

zurück.

Bocconia cordata Willd. führt im Gegensatz zu den beiden andern Arten gut ausgebildete Drusen in der Lamina, im übrigen ist das Gewebe oxalatfrei. Ein weiterer Teil des Kalküberschusses wird mit dem Hydathodenwasser nach aussen befördert. Im reichlich ausfliessenden, eine Spur sauer reagierenden Milchsaft sind geringe Kalkmengen nachweisbar. - Nitrate sind nur in Spuren vorhanden. - Den minimalen, im Zellsaft gelösten Kalkverbindungen brauchen wir keine weitere Beachtung zu schenken.

Bezüglich unserer Frage gliedern sich also die mit Milchsaft-Z e l l e n ausgerüsteten Papaveraceen in zwei Gruppen:

Die erste: *Glaucium-Eschscholzia* ist in Parallele zu setzen mit den in dem II. Formenkreis behandelten Papaveraceen, hier wie dort wird der geringe Kalküberschuss durch die Guttation beseitigt.

Der zweite, duch *Bocconia* vertretene Typus hat neben der Ausscheidung noch die Oxalatbildung als weiteren Modus der Kalkreinigung ausgebildet, während der Milchsaft auch hier als Speicher nicht inbetracht kommt. - Unter den

COMPOSITEN

gibt es bekanntlich eine Reihe von Formen, die durch langgestreckte Sekretzellen ausgezeichnet sind. Es gehören dazu u.a. *Carduus, Lappa* und *Cirsium.*

Bei *Carduus* und *Lappa* war allerdings der Saftaustritt so gering, dass ich diese Pflanzen in die Untersuchung nicht einbezog.

Cirsium arvense Scop., eine mässig milchende Form, enthält in dem sauren Saft nennenswerte Kalkmengen, wie das beide Methoden dartun. Im Hydathodenwasser hingegen sind nur Spuren von Calcium nachweisbar. Oxalat und Carbonat sind in der Pflanze nicht vorhanden. Die minimalen Mengen der im Gewebe in gelöster Form vorkommenden Kalksalze sind für uns bedeutungslos. - Im Saft lassen sich geringe Nitratmengen nachweisen.

Bei *Cirsium* ist also der allerdings geringe Kalk-Überschuss im Saft gespeichert, die Guttation leistet für seine Beseitigung praktisch kaum etwas. Wir werden also diese Gattung parallel zu *Lobelia* und zu den oxalatfreien Euphorbien zu stellen haben. In jedem der drei grossen Formenkreise haben wir also je eine Gruppe, bei der - praktisch genommen wenigstens - der Milchsaft allein für die Beseitigung des überschüssigen Calciums in Frage kommt, wobei es zunächst gleichgiltig ist, ob dieser Kalküberschuss gross oder gering ist. - Wir schliessen hier die Besprechung dreier Vertreter der zu den

ANACARDIACEEN

gehörigen Gattung *Rhus* an, die mit schizogenen Harzgängen ausgestattet sind.

Stengellängsschnitte von *Rhus typhina L.* sind reich an oxalsaurem Kalk, der in Form von Drusen vornehmlich in den an das Collenchym grenzenden Rindenzellen abgelagert ist, im Siebteil sehr zurücktritt und im Mark gänzlich zu fehlen scheint. Auf Blatt-Querschnitten ist die Unterseite dicht mit Kristallen besät; ferner häufen sich in der Lamina die Drusen in der Nähe der Gefässbündel. Wird der Saft der gut milchenden Pflanze mit Schwefelsäure versetzt, so scheiden sich aus ihm nach kurzer Zeit Gipskristalle in ziemlicher Menge ab. Noch deutlicher als die mikrochemische fällt die makrochemische Reaktion aus. - Guttation und Carbonat wurden nicht beobachtet. - Der Saft gibt auf Diphenylamin-Schwefelsäure-Zusatz keine Blaufärbung. - Bezüglich der Ausbildung der Drusen sei hinzugefügt, dass dieselben vielfach ohne die charakteriestischen, scharfkantigen, spitzigen Vorsprünge vorkommen und sie, zumal man hin und wieder eine schwache radiale Streifung zu erkennen glaubt, vielleicht besser als Mischformen zwischen Drusen und Sphaeriten zu bezeichnen wären. Neben diesen drusenartigen Formen kommen bei *Rhus typhina* auch Einzelkristalle vor, sodass die Behauptung SANIO's (74), es seien lediglich jene vorhanden, nicht zutrifft.

Rhus glabra L. (var. laciniata) verhält sich in vieler Beziehung gerade so wie

Rhus typhina. Im Saft lassen sich auch hier mikro- und makrochemisch ansehnliche Kalkmenge nachweisen. Das Calciumoxalat hingegen tritt zurück; auf Stengel-Längs- und -Querschnitten trifft man es nur in den peripheren Rindenpartien, nicht aber mit Sicherheit an. Bezüglich der Kristallformeist zu wiederholen, was für *Rhus typhina* gesagt wurde, mit dem Unterschied allerdings, dass hier die Einzelkristalle fehlen. - Carbonat, Guttation und Nitrate wurden nicht festgestellt.

Bei *Rhus toxicodendron L.* tritt oxalsaurer Kalk nur noch in der Lamina auf, wo er vornehmlich in Form von Einzelkristallen abgelagert ist. Der nitratfreie, saure Saft tritt hier im Gegensatz zu den beiden andern Arten nur recht spärlich aus, sodass eine zur makrochemischen Untersuchung erforderliche Menge nicht gewonnen wurde. Sein Kalkgehalt dürfte, nach der mikrochemischen Reaktion, hinter dem des Saftes von *Rhus typhina* und *Rh. glabra* kaum zurückstehen. - Carbonat und Guttation fehlen.

Zusammenfassend stellen wir also fest, dass bei der Gattung *Rhus* der Kalküberschuss teils im Safte gespeichert, teils als Oxalat abgelagert wird. In unserer Übersicht würden wir sie also in die Nähe unserer ersten Apocynaceen-Asclepiadaceen-Gruppe zu stellen haben.

Einigermassen ähnlich verhält sich hinsichtlich unserer Frage unter den

ACERACEEN

Acer Pseudo-Platanus L. Die hier vorhandenen Sekretschläuche haben einen milchigen Inhalt, der beim Durchschneiden eines Blattstiels in mässiger Menge ausfliesst. Sowohl mittels Schwefelsäure als auch - nach vorhergegangeren Veraschung - mittels Essigsäure und Ammoniumoxalat lassen sich in ihm nennenswerte Kalkmengen nachweisen. Oxalat kommt in Blatt und Axe vor und zwar in Form von Drusen, bezüglich deren Ausbildung zu wiederholen ist, was für *Rhus typhina* gesagt wurde (75). Ganz vereinzelt habe ich auch Einzelkristalle angetroffen, sodass wir auch hier die Angabe SANIO's (76), es kämen lediglich Drusen vor, nicht bestätigen können. - Bezüglich des Calciumcarbonats sei daran erinnert, dass MOLISCH (77) solches in den Markzellen verschiedener *Acer*-Stämme gefunden hat. - Guttation wurde nicht beobachtet. - Nitrate sind in dem sauren Saft nicht vorhanden.

Sollte die Carbonatbildung für die Kalkreinigung wesentlich sein, was nach den Befunden von MOLISCH der Fall sein dürfte, dann würden wie *Acer Pseudo-Platanus* an die Cannabaceen-Gruppe angliedern, bei der bekanntlich drei Formen der Kalkbeseitigung nebeneinander wirksam sind: Speicherung im Saft, Oxalatbildung und Carbonatablagerung in den Cystolithen. - Die milchenden Exkretbehälter der

SAPOTACEEN

sind die Milchsaftzellen oder -Zellreihen, die nach den Angaben CHIMANI's (78)durch wiederholte Kommunikation zu Milchröhren werden. Auch CHARLIER (79) hält es für durchaus möglich, dass "die Zellen in den älteren Axen schliesslich zu einem gegliedertem Milchröhrensystem verschmelzen".

Untersucht wurde *Mimusops Elengi L.*, deren spärlich austretender Saft zahlreiche kleine, unregelmässige Oxalatkristalle enthält. Diese, jedenfalls für *Mimusops globosa Gärtn.* und *M. Balata Grh.* längst bekannte Tatsache (80) dürfte MOLISCH (81) der diese Pflanze selbst nicht untersuchte, übersehen haben. Ich erwähne das lediglich, weil MOLISCH ausdrücklich darauf aufmerksam macht, "dass der Kalk, soweit die Untersuchungen reichen, niemals in Kristallform in den intakten Milchröhren aufzufinden ist, sondern dass er ursprünglich stets gelöst vorkommt", - ein Umstand, der Beachtung verdiene, "weil im Schleimsaft zahlreicher Monocotylen (Amaryllidaceen, Commelynaceen etc.) gerade der Kalk in fester Form, und zwar in Gestalt der Kalkoxalat-Rhaphiden abgelagert wird", Dieser Unterschied ist also, wie unsere in Rede stehende Pflanze zeigt, nicht durchgreifend, er ist es, wie hier vorweggenommen sein umsoweniger, als im Schleimsaft mancher Liliaceen (*Allium, Crinum*) zwar keine geformten, wohl aber gelöste Kalksalze (wenn auch, wie bei *Allium* in sehr geringer Menge) vorkommen. - Versetzt man den Saft von *Mimusops Elen-*

gi mit Schwefelsäure, so bekommt man nach einiger Zeit eine ausserst intensive Gipsbildung. Ob das erforderliche Calcium alles dem ursprünglich vorhandenen Oxalat entstammt, oder ob im Saft auch noch gelöste Kalksalze vorhanden sind, muss dahingestellt bleiben. - Oxalat kommt auch in Form von Einzelkristallen in Blatt und Axe in mässiger Menge vor. - Nitrate sind im sauren Saft nicht nachgewiesen. *Mimusops Elengi* verhält sich also hinsichtlich unserer Frage etwa wie unsere erste Apocynaceen-Asclepiadaceen-Gruppe: der Kalküberschuss wird z.T. im Saft gespeichert, z.T. als Oxalat festgelegt. Ob andere Sapotaceen ein ähnliches Verhalten aufweisen, muss einstweilen dahingestellt bleiben. Es mag aber erwähnt sein, dass bei *Chrysophyllum Grisebachii Mez* (82) kohlensaurer Kalk im Gefässlumen abgeschieden ist. - An nächster Stelle besprechen wir von den

URTICACEEN

im engeren Sinne zwei Angahörige der Gattung *Urtica: U. dioica* und *U. canadensis L.* Die Behälter des "Milchsafts" sind nach GRAVIS (83) "nur ziemlich weite Bastfasern", die in der Rinde eben durch ihr oft weites Lumen unschwer zu erkennen sind.

Urtica dioica L. lässt beim Anschneiden eine mässige Saftmenge austreten, in der sich mikro- und makrochemisch Spuren von Calcium nachweisen lassen. - Auf Stengel-Querschnitten findet man das Calciumoxalat meist in Form schöner Drusen an der Aussenseite der Siebteile, da es auch in den sie trennenden parenchymatischen Brücken nicht fehlt, so bildet es in der Rinde einen geschlossenen Ring. Vereinzelt findet man es auch an der Innenseite der Holzteile sowie in den peripheren Rindenzellschichten. Die Lamina ist oxalatfrei, besitzt aber bekanntlich an der Ober- und Unterseite zahlreiche Cystolithen (84). - Der Saft reagiert sauer und zeigt eine sehr schwache Nitratreaktion. - Zur Oxalatbildung und Carbonatablagerung tritt als dritter Modus der Kalkreinigung die Guttation: im Hydathodenwasser lassen sich mässige Kalkmengen nachweisen.

Ähnlich verhält sich *Urtica canadensis L.*, allerdings tritt hier der Oxalatgehalt in der Axe zurück. Eigentliche Cystolithen kommen vornehmlich an der Ober-, Cystolithhaare sowohl auf dieser wie in ähnlicher Menge auf der Unterseite des Blattes vor. Der saure Saft fliesst hier reichlicher aus, sein Kalkgehalt ist aber nicht grösser als der von *U. dioica*. Die Ausscheidungsflüssigkeit ist auch hier kalkhaltig.

Der Gattung *Urtica* stehen also, wenn wir unsere Befunde auf die Gattung ausdehnen, Oxalatbildung, Karbonatbildung und Guttation zur Beseitigung ihres Kalküberschusses zur Verfügung. Sie wäre also in unserer Übersicht in die Nähe der Cannabaceen, denen sie ja auch systematisch sehr nahe steht, einzugliedern. Immerhin unterscheiden sich die beiden Familien bezüglich unserer Frage wesentlich dadurch, dass bei den Cannabaceen die Speicherung im Saft an die Stelle der bei *Urtica* beobachteten Guttation tritt. - Von den hier anzuschliessenden

CONVOLVULACEEN

wurden einige Formen untersucht, deren Saftbehälter Sekret-Einzelzellen oder Sekretzellen-Reihen darstellen. Aus den Gattungen *Dichondra* und *Falkia* (85) die beide bekanntlich mit echten gegliederten Milchröhren ausgerüstet sind, stand uns kein Material zur Verfügung.

Durchsneidet man den Stengel von *Convolvulus tricolor*, so tritt eine mässige Menge eines sauer reagierenden Safts aus, in dem sich mikrochemisch Spuren von Calcium, makrochemisch kein Kalk nachweisen liess. - Oxalat ist einmal als Drusen in der Axe vorhanden und kommt sodann in ebenderselben Form in den Cotyledonen und sehr jungen Blättern überhaupt vor. In älteren Spreiten findet man ausserdem noch Einzelkristalle in verschiedener Ausbildung. Charakteristisch für diese ist sodann das Vorkommen von Oxalatnädelchen im Palissadengewebe, auf das auch SOLEREDER (86) aufmerksam macht. - Die Angabe CZAPEK's (87), dass sich i m S a f t nach Kochen des Untersuchungsmaterials Calciumoxalat nachweisen lasse, habe ich trotz mehrfachen Versuchen mit dem Saft junger und älterer Pflanzen nicht bestä-

tigt gefunden. Hingegen sei auf folgende Erseinung hingewiesen: lässt man den auf einen Objektträger gebrachten Saft eintrocknen, so kann man, schon im ersten Moment nach dem Ausfliessen, das Auskristallisieren eines mir unbekannten Körpers beobachten. Es entstehen zunächst winzige, an den Enden etwas verdickte Stäbchen, die sich bald zu zweit oder dritt, vielfach unter einem annähernd rechten Winkel zusammenlegen. Sie verlieren alsbald die regelmässige Form, es bilden sich seitliche Ausstülpungen und stellenweise kommt es zu flächenartigen Bildungen, die in Alkohol löslich sind. Diese Bildungen wurden auf ihre chemische Natur nicht weiter untersucht. - Neben der Oxalatbildung hat die Guttation für die Beseitigung des Kalküberschusses einige Bedeutung.

Ganz ähnliche Ergebnisse lieferte bezüglich unserer Frage *Convolvulus arvensis L.* Eine geringe Abweichung macht sich nur insofern geltend, als hier das Oxalat zurücktritt. Der Saft spielt bei *C. arvensis* als Kalkspeicher ebenfalls keine Rolle.

Bei *Ipomoea purpurea Rth.* ist der Saftaustritt nur sehr gering, sodass ich auf seine markochemische Untersuchung verzichtete. Mikrochemisch liefert es das gleiche Resultat wie der von den beiden *Convolvulus*-Arten: Auf Schwefelsäure-Zusatz findet man nach einiger Zeit hie und da einige vereinzelte Gipsnadeln. Bezüglich des Oxalats ist hinzuzufügen, dass ich hier Einzelkristalle nicht angetroffen habe. Guttation liess sich mit Sicherheit nicht nachweisen, sodass hier die Oxalatbildung wohl die einzige Möglichkeit zur Beseitigung des überschüssigen Calciums darstellt. - Der Saft der drei Formen enthält Nitrate.

Demnach müssten wir also die für uns hier in Betracht kommenden Convolvulaceen in zwei Gruppen gliedern:

In der Gattung *Convolvulus* teilen sich Oxalatbildung und Guttation in die Aufgabe der Kalkreinigung. Sie wäre also etwa in die Gegend der Urticaceen, besser: der Gattung *Urtica* zu stellen, bei der allerdings die Carbonatbildung als dritte Form der Kalkbeseitigung hinzukommt.

Ipomoea purpurea hingegen bindet ihren ganzen Kalküberschuss, oder doch jedenfalls dessen allergrössten Teil, an Oxalsäure, könnte also mit *Mercurialis* und *Ricinus*, oder auch mit der zweiten Apocynaceen-Asclepiadaceen-Gruppe vergleichen werden, vorausgesetzt, dass es nicht doch noch gelingen sollte, kalkhaltiges Ausscheidungswasser nachzuweisen. Damit wäre der zweite Typus natürlich aufgehoben.

Weiterhin sind einige

UMBELLIFEREN

untersucht worden, die bekanntlich mit schizogenen Harzgängen ausgestattet sind. Die Tatsache, dass in den Trichommembranen einer Anzahl von Umbelliferen Calciumcarbonat eingelagert ist (88) wurde im einzelnen nicht berücksichtigt. Immerhin hielten wir es für geboten, ganz allgemein darauf hinzuweisen, da diese Art der Kalkreinigung in manchen Fällen womöglich die allein ausgebildete ist. - Im einzelnen ergaben die Untersuchungen folgendes:

Eryngium campestre L. führt in der Axe und im Blatt viele Drusen, die peripheren Rindenpartien sind besonders reich daran, im Mark treten sie wesentlich zurück. Der spärlich ausfliessende, sauer reagierende Saft enthält kein Calcium, hingegen werden geringe Kalkmengen mit der Ausscheidungsflüssigkeit nach aussen befördert. - Nitrate konnte ich im Saft nicht nachweisen.

Bei *Archangelica officinalis Hoffm.* habe ich Drusen weder in der Axe noch im Blatt angetroffen. Hingegen konnte ich auf Stengel-Längsschnitten mehrfach Sphaerite beobachten, die sich aber, trotz mehrmaligen Versuchen, in 3%iger Schwefelsäure nicht lösten. Weiter habe ich der chemischen Natur dieser Kristalle nicht nachgeforscht. Somit lässt sich hier nur eine Form der Kalkbeseitigung, nämlich die Ausscheidung mit dem Guttationswasser, feststellen, denn der spärlich austretende Saft enthält, wie die mikro- und makrochemische Probe zeigen, nur Spuren von Calcium.

Auch *Laserpitium macrophyllum Borb.*, ebenfalls schwach "milchend", hat einen sehr kalkarmen Saft, die mikrochemische Reaktion fällt etwas deutlicher aus als die makrochemische. Oxalat habe ich nicht angetroffen. Der geringe Kalküberschuss

dürfte im wesentlichen durch die Guttation beseitigt werden, im sezernierten Wasser lassen sich nennenswerte Kalkmengen nachweisen. - Nitrate sind weder hier noch bei *Archangelica officinalis* vorhanden.

Wie die beiden vorhergehenden Formen. sc befördert auch

Imeratoria hispanica Boiss. ihren ganzen Überschuss an Calcium mit der Ausscheidungsflüssigkeit nach aussen, denn wenn sich auch im Saft Spuren von Kalk ermitteln lassen, so kann dieser doch als Kalkspeicher nicht wohl angesprochen werden. - Oxalat ist nicht vorhanden.

Schliesslich wurden noch zwei Arten untersucht, bei denen ein nennenswerter Kalküberschuss überhaupt nicht vorhanden zu sein scheint, wenn er nicht auf die allgemein angedeutete Weise der Carbonatbildung beseitigt ist. Darauf wurden jedoch diese Pflanzen nicht untersucht.

Sium Sisarum L. enthält weder Oxalat im Gewebe noch sind im mässig austretenden Saft Kalksalze in gelöster Form vorhanden. Mit der Guttationsflüssigkeit werden nur minimale Spuren von Calcium ausgeschieden. - Im Saft sind, zum Unterschied zu dem von *Imperatoria hispanica*, der nitratfrei ist, geringe Nitratmengen nachweisbar. - Die letzte Form endlich,

Silaus tenuifolius DC. ist insofern interessant, als der spärlich ausfliessende Saft neutral reagiert. Oxalat ist nicht abgelagert, Guttation konnte nicht einwandfrei nachgewiesen werden. Im Saft sind weder Kalksalze noch Nitrate enthalten.

Zusammenfassend können wir die untersuchten Formen in drei Gruppen gliedern:

Als *Eryngium*-Typ bezeichnen wir den, bei dem sich Guttation und Oxalatbildung in die Aufgabe der Kalkreinigung teilen.

In der zweiten Gruppe wird der geringe Kalküberschuss im wesentlichen allein durch die Guttation beseitigt. Hierher zählen: *Archangelica, Laserpitium* und *Imperatoria*.

Ein dritter Typus endlich, dem *Sium* und *Silaus* zuzurechnen sind, hat, von der hier wie auch in den beiden andern Gruppen eventuell möglichen Carbonatbildung abgesehen, keinen Modus der Kalkreinigung ausgebildet. Die geringen Mengen der im Gewebe in löslicher Form vorhandenen Kalksalze kommen als solche nicht inbetracht. Von einem eigentlichen Kalküberschuss kann man also hier, wie bereits betont, nicht wohl sprechen.

In unserer Übersicht würden wir den *Eryngium*-Typ mit der ersten Convolulaccen-Gruppe in Parallele setzen; die zweite Abteilung wäre in die Nähe unserer zweiten Compositen-Gruppe zu stellen, und die dritte Umbelliferen-Gruppe würde etwa dem zweiten Compositen-Typus, natürlich des zweiten Formenkreises, entsprechen.

Von den mit weitlumigen, in Richtung der Längsaxe ziemlich gestreckten Sekretschläuchen ausgestatteten

DIPSACEEN.

sind einige Formen untersucht worden, bei denen der austretende Saft wenigstens zur mikrochemischen Prüfung reichte.

Cephalaria leucantha Schrad., eine ziemlich intensiv "milchende" Pflanze, führt im Saft geringe Kalkmengen; die mikrochemische Reaktion fällt etwas besser aus als die makrochemische. Calciumoxalat kommt als Drusen in Blatt und Axe vor. Im Stengel ist es fast ausschliesslich auf die äusserste Rindenpartie beschränkt, im Mark trifft man die Drusen nur ganz vereinzelt an. Im Mesophyll ist das Oxalat in eben derselben Form in ansehnlichen Mengen vorhanden. Im Hydathodenwasser sind geringe Kalkmengen enthalten. - Der anscheinend neutrale Saft gibt mit Diphenylamin-Schwefelsäure eine schwache Blaufärbung.

Bei *Cephalaria alpina Schrad.* tritt das Oxalat im Mesophyll etwas zurück, im übrigen gilt bezüglich seiner Form und seiner Verteilung in der Axe das gleiche, was für die vorige Art angegeben wurde. - Der Saft tritt hier nur spärlich aus, reagiert schwach sauer und enthält Spuren von Calcium. - Guttation habe ich trotz mehrfacher Beobachtung nicht feststellen können. - Im Saft sind geringe Nitratmengen nachweisbar.

Dipsacus laciniatus L. führt im Mesophyll sehr gut ausgebildete Oxalatdrusen

in grosser Zahl. Stengel-Längs- und Querschnitte sind jedoch fast oxalatfrei. FENTZKE (89) gibt für diese Form Ausscheidung an, ich kann diese Angabe nicht bestätigen. Carbonate sind nicht vorhanden. Die Pflanze lässt ziemlich viel Saft ausfliessen, es lassen sich in ihm aber keine Kalksalze nachweisen. - Mit Diphenylamin-Schwefelsäure färbt sich der schwach saure Saft gelb.

Bezüglich des Oxalatgehaltes stimmt mit *Dipsacus laciniatus*

Knautia longifolia Koch einigermassen überein, wenn auch die Menge hier gering ist. In der Axe habe ich überhaupt keine Kristalle vorgefunden. - Die spärlichen Saftmengen enthalten minimale Spuren von Calcium. - Guttation liess sich auch hier nicht einwandfrei feststellen.

Bei *Knautia magnifica Boiss. et Orph.* ist der Oxalatgehalt der Lamina zwar grösser als bei der vorhergehenden Art, bleibt aber noch hinter dem von *Dipsacus* zurück. Im übrigen wäre zu wiedrholen was für *Knautia longifolia* gesagt worden ist. Es sei allerdings hinzugefügt, dass FENTZKE (89) bei *Knautia magnifica* Wasserauscheidung beobachten konnte, was mir trotz mehrfachem Bemühen nicht gelang.- Der Saft der beiden untersuchten *Knautia*-Arten reagiert schwach sauer und enthält keine Nitrate.

Scabiosa caucasica M.B. , eine gut "milchende" Pflanze, führt in ihrem wasserklaren, auf Schwefelsäure-Zusatz sich weiss färbenden Saft Spuren von Calcium, wie es auch die Behandlung der Asche mit Essigsäure und Ammoniumoxalat bestätigt. Oxalat ist in Form von Drusen in der Axe und im Blatt abgelagert. Carbonat kommt nicht vor; Guttation habe ich nicht feststellen können. - Im sauren Saft waren Nitrate nicht vorhanden.

Bezüglich des Oxalatgehaltes unterscheidet sich

Scabiosa columbaria L. von der soeben genannten Form dadurch, dass Drusen hier nur in Blatt-Querschnitten nachweisbar waren, der Stengel hingegen sich als kristallfrei erwies. Hingegen konnte ich hier Ausscheidung beobachten und in dem sezernierten Wasser Spuren von Calcium nachweisen. Der hier mässig austretende saure Saft enthält minimale Kalkmengen. - Er ist nitratfrei, wie übrigens auch der Saft der folgenden Form. - Als letzte Art sei

Scabiosa graminifolia L. genannt, bei der ich vergeblich nach Calciumoxalat gesucht habe. Soweit ich feststellen konnte, guttiert diese Pflanze, in der Ausscheidungsflüssigkeit sind jedoch nur minimale Mengen von Calcium nachweisbar. Der Saft führt geringe Kalkmengen, wie es beiderlei Prüfungen dartun.

Aus den Einzeldaten geht hervor, dass der Kalküberschuss bei den Dipsaceen nicht übermässig gross, z.T. sogar recht gering ist. - Es sei hier nachgetragen, dass grössere Mengen von im Gewebe in löslicher Form vorhandenen Kalksalze nicht nachgewiesen werden konnten. Der Saft spielt jedenfalls niemals eine Rolle bei der Beseitigung des Kalküberschusses. Was die Guttation anbelangt, so scheint es mir nicht ausgeschlossen, dass durch speziell darauf gerichtete Untersuchungen an Pflanzen verschiedenen Alters dieser und jener zweifelhafte Fall sich noch klar stellen liesse, eine Bemerkung, die übrigens für die Guttation ganz allgemein zutreffen dürfte. Die von uns beobachteten Exemplare konnten infolge ihrer Grösse nicht immer überdeckt werden, sodass infolge dessen hier und dort ein Zweifel bestehen bleibt. Für die Kalkreinigung kommt die Ausscheidung, nach unsern Untersuchungen zu urteilen, lediglich bei *Cephalaria leucantha* in Betracht, wo sie sich mit der Oxalatbildung in diese Aufgabe teilt. Dieser relativ kalkreichsten Form würde *Scabiosa graminifolia* als die wohl kalkärmste gegenüberstehen. Bei dieser ist eine typische Art der Kalkbeseitigung überhaupt nicht ausgebildet.

Unter dem Vorbehalt also, dass weitere Untersuchungen irgenwelche Änderungen sehr wohl notwendig machen können - ein Passus übrigens, der stillschweigend jeder Zusammenfassung am Schluss einer Familie voraufgeht - können wir die "milchenden " Dipsaceen hinsichtlich der Kalkreinigung in drei Gruppen gliedern:

Der erste Typus, hier lediglich durch *Cephalaria leucantha* vertreten, benützt zur Beseitigung des Kalküberschusses die Oxalatbildung und die Guttation, wobei allerdings die diesbezügliche Leistung der Ausscheidung wohl hinter der der Oxalsäure zurückstehen dürfte. Diese Gruppe würde in die Nähe unserer ersten Convolvulaceen- oder unserer ersten Umbelliferen-Abteilung zu stellen sein.

An zweiter Stelle kämen sodann alle Formen, bei denen im wesentlichen durch die Oxalatbildung allein der Kalküberschuss beseitigt würde. Das wäre also bei den meisten der untersuchten Arten der Fall, wenn auch die Oxalat-M e n g e im einzelnen wechselt. Zu vergleichen wäre dieser Typus mit unserer zweiten Apocynaceen-Asclepiadaceen-Gruppe.

In die dritte Abteilung wären sodann die Formen zu stellen, bei denen ein eigentlicher Kalküberschuss garnicht vorhanden ist, oder aber wo er jedenfalls nicht so gross ist, dass er einen besondern, typisch ausgebildeten Modus zur Beseitigung erfordert. Diese Gruppe ist bei uns vertreten durch *Scabiosa graminifolia* . Wir würden sie mit unserer zweiten Compositen- oder mit unserer dritten Umbelliferen-Gruppe in Parallele setzen können.

Als vorletzte Familie der hier zu behandelnden Dicotyledonen seien die

CACTACEEN

genannt, von denen einige *Mamillaria*-Arten untersucht wirden. In dieser Gattung kommen bekanntlich Arten, die nur Kristallzellen besitzen, neben solchen vor, die ausserdem noch mit Milchsaft führenden Gängen ausgerüstet sind (90). Es interessierte also zu erfahren, ob der Oxalagehalt der milchsaftfreien Formen wesentlich grösser ist, ob mit andern Worten bei den mit den genannten Exkretbehältern versehenen Arten der Saft einen Anteil an der Beseitigung des Kalküberschusses habe und ob dieser eventuelle Anteil gross genug sei, um den Saft daraufhin als Kalkspeicher ansprechen zu können.

Von nicht milchenden Formen wurden im einzelnen untersucht: *Mamillaria vivipara Haw.*, *M. Wildiana Otto*, *M. gracilis Pfeiff.*, *M. echinata DC.* und eine nicht näher bestimmte Spezies.

Von diesen enthalten die drei zuerst genannten Drüsen u n d Einzelkristalle; die beiden andern nur Drusen. - Ausserdem kommen bei *M. vivipara* und *M. spec.* Sphärite vor.- Soweit man aus den Präparaten sehen kann, schwankt der Oxalatgehalt schon innerhalb der milchfreien Formen nicht unerheblich, eine Tatsche, die eine eindeutige Beantwortung unserer Frage wesentlich erschwert. Immerhin konnte ich im Gewebe von *M. Bockii Foerst.*, einer mit den genannten Gängen ausgerüsteten Form, grössere Einzelkristalle nur vereinzelt feststellen, Drusen habe ich nicht gefunden. Dagegen ist viel Kristallsand in den Zellen enthalten. - Von *M. Parkinsonii Hort.* stand mir nur Mamillengewebe zur Verfügung, hier konnte ich lediglich Kristallsand nachweisen. Ob in den innern Teilen andere Kristallformen vorkommen, muss ich dahingestellt sein lassen. - Nach den anatomischen Bildern scheint also die Annahme, dass ein Teil des überschüssigen Calciums im Saft gespeichert sei, sehr wahrscheinlich. Wie nun aber die Untersuchung des in beiden Fällen mässig austretenden Saftes zeigt, sind die darin enthaltenen Kalkmengen recht gering, so dass man von einer eigentlichen Speicherung nicht wohl sprechen kann. - Es bliebe noch zu erwähnen, dass der Saft von *M. Bockii* sehr nitratreich ist, der von *M. Parkinsonii* hingegen keine Nitrate enthält, besser gesagt: dass ich in ihm keine angetroffen habe.

Wir stellen also fest, dass bei den mit Milchsaft führenden Gängen ausgestatteten Mamillarien deren Inhalt bei der Beseitigung des Kalküberschusses nicht in genügendem Masse beteiligt ist, um als Kalkspeicher angesprochen werden zu können. Der Kalküberschuss wird hier, wie bei den milchfreien Arten, in der Hauptsache als Oxalat im Gewebe abgelagert. Die in Rede stehenden Formen wären also etwa mit unserer zweiten Dipsaccen-Gruppe oder mit unserm zweiten Apocynaceen-Asclepiadaceen-Typus zu vergleichen. - Schliesslich sei noch der bekannte Vertreter der

TROPAEOLACEEN

Tropaeolum majus L. genannt, der beim Anschneiden eine nennenswerte Menge eines ziemlich klaren Saftes austreten lässt. Sein Kalkgehalt ist recht gering, sodass er als Kalkspeicher nicht in Betracht kommt. Das überschüssige Calcium wird mit dem reichlich sezernierten Wasser nach aussen befördert. Oxalat und Carbonat

sind nicht vorhanden. - Mit Diphenylamin-Schwefelsäure ergab der Saft keine Blaufärbung.

Bei *Tropaeolum majus* ist also die Guttation die einzige Art der Kalreinigung; in unserer Übersicht würden wir diese Form also etwa zu unserer zweiten Ubelliferengruppe oder zu den Papaveraceen in Parallele setzen.

Von Monocotylen gehören dem dritten Formenkreis an die

MUSACEEN,

über deren Milchsaftbehalter wir bereits bei ihrer Trennung von den Aroideen gesprochen haben. Untersucht wurden ***Musa Basjoo Sieb.*** und ***M. Cavendishii Lamb*** . Wie bei den Aroideen und überhaupt ganz allgemein, so interessiert uns am Saft auch hier lediglich sein eventueller Kalkgehalt. Über die anderen beachtenswerten Vorkommnisse - Blasenkerne u. dergl. lese man bei MOLISCH (91) nach.

Der Saft der ziemlich stark milchenden ***M.*** *Basjoo* ist sehr kalkarm. Versetzt man einen Tropfen desselben mit Schwefelsäure, so bekommt mar auch nach längerer Zeit keinerlei Gipsbildung. Dass dennoch Spuren von Calcium im Saft enthalten sind, geht aus der makrochemischen Prüfung hervor. Verascht man nämlich 3 - 4 ccm desselben, löst den Rückstand in Essigsäure und behandelt mit Ammoniumoxalat, dann bekommt man eine allerdings nur leichte Trübung. - Dieser Kalkarmut des Saftes entspricht recht gut das reichliche Vorkommen von Oxalatkristallen. Im Blattstiel trifft man neben Einzelkristallen, die vorwiegend als Prismen vorhanden sind, Rhaphiden und Kristallsand. In der Spreite sind Einzelkristalle selten und bleiben auch bezüglich ihrer Grösse meist hinter denen des Petiolus zurück. Die Rhaphiden-Idioblasten ragen vielfach in die grossen Interzellularen der Lamina hinein. Der Kristallsand ist in der Spreite auch ziemlich selten. Epidermis und Palissadenzellen sind, soweit ich beobachten konnte, stets kristallfrei. Während der Oxalatgehalt des Blattstieles also sehr stark ist - es liegt fast in jeder Zelle ein Kristall - wäre der der Lamina vielleicht als mässig zu bezeichnen. - Der schwach saure Saft ist nitratfrei.

Musa Cavendishii Lamb. verhält sich in den uns interessierenden Fragen der andern Art so ähnlich, dass wir füglich auf nähere Angaben verzichten können. Lediglich die Tatsache, dass ich hier minimale Nitratmengen im Saft nachweisen konnte, mag erwähnt sein. - Carbonat und Guttation wurden nicht beobachtet.

In der Gattung ***Musa*** dürfte also der Milchsaft, zum Unterschied von den Aroideen, für die Beseitigung des Kalküberschusses keinerlei Bedeutung haben, hier leistet die Oxalatbildung ganze Arbeit. In unserer Übersicht würden wir die Gattung ***Musa*** in die Nähe der Mapillarien oder zu unserer zweiten Apocynaceen-Asclepiadaceen-Gruppe stellen.

Wenn wir uns, an den Schluss der Besprechung des dritten Formenkreises angelangt, wiederum die Frage vorlegen, ob auch der Saft der hier anatomisch z.T. recht verschiedenen Ekkretbehälter als Kalkspeicher angesprochen werden kann, so wird die Antwort darauf zweifellos schwerer zu geben sein als sie es im zweiten und namentlich im ersten Falle war. Nun fehlte es ja allerdings bei den mit ungegliederten und viel weniger noch bei den mit gegliederten Milchröhren ausgestatteten Gruppen nicht an Arten, bei denen der Saft annähernd oder wohl ganz kalkfrei war oder wo er doch jedenfalls als typischer Kalkspeicher nicht inbetracht kam. Immerhin standen aber diesen Pflanzen eine grössere Reihe von Formen gegenüber, bei denen der Saft für die Kalkreinigung wesentliches leistete, wenngleich sein Kalkgehalt auch in diesen Fällen - je nach der Menge des vorhandenen Kalküberschusses - z.T. recht erheblichen Schwankungen unterworfen sein kann. Im dritten Formenkreis hingegen überwiegen u n t e r d e n b e h a n d e l t n Pflanzen diejenigen, bei denen der Saft als Kalkspeicher n i c h t angesprochen werden kann. Andererseits ist aber die Anhäufung des Calciums im Saft von *Rhus*-Arten, ferner von ***Mimusops Elengi*** - hier ganz oder teilweise als Oxalat - und einiger anderer Formen doch nicht zu übersehen. Diese Tatsache scheint uns wiederum zu bestätigen, dass die Entscheidung darüber, ob der Milchsaft - dieser Begriff in weiterem Sinne gefasst - als Kalkspeicher fungiert oder nicht, lediglich abhängt von der

Grösse des Kalküberschusses und dem jeweiligen Vorhandensein anderer, zu seiner Beseitigung geeigneter Möglichkeiten und nicht beeinflusst wird durch den anatomischen Bau seines Behälters.

Wir schliessen endlich als letzten Formenkreis

IV. DIE SCHLEIMFÜHRENDEN LILIIFLOREN

in unsere Untersuchung ein und zwar aufgrund einer anatomischen und einer physiologischen Tatsache. Es sind nämlich zum ersten diese Schleimschläuche entwickelungsgeschichtlich als Fusionen anzusprechen, sie stehen also den gegliederten Milchröhren nahe, und zum zweiten ist ja der im vielfachen Vorkommen von Rhaphiden sich ausdrückende Kalkgehalt dieser Exkret- oder Sekretbehälter bekannt. - Wir können hier weder auf anatomische Einzelheiten dieser Organe noch auf eine Diskussion der gemutmassten physiologischen Bedeutung ihres Inhaltes eingehen und verweisen daher auf die diesbezüglichen Mitteilungen von HANSTEIN (92) und MOLISCH (93). Uns interessiert vor allem die Frage, ob im Schleim, abgesehen von den Rhaphiden, noch weiteres Calcium - in Form gelöster Salze - enthalten ist, sowie weiterhin die, ob andere, und wenn, welche weitere Modi der Kalkreinigung bei den in Rede stehenden Pflanzen noch ausgebildet sind.

Bevor wir uns den Einzeluntersuchungen zuwenden, seien ein paar die Technik betreffende Worte vorausgeschickt. In den Fällen, in denen Rhaphiden im Saft vorhanden sind, müssen diese natürlich beseitigt werden, ehe derslbe auf gelöste Kalksalze geprüft werden kann. Diese nicht eben einfache Trennung erreichte ich dadurch, dass ich zu dem gesammelten Schleim etwa die gleiche Menge destillierten Wassers gab. Der so verdünnte Schleim wurde zunächst gründlich geschüttelt und dann liess ich durch längeres Stehen die festen Teile - im wesentlichen die Rhaphiden - sich absetzen. Darauf wurde abfiltriert, das Filtrat sogleich ein zweites mal durchs Filter gegeben und dann mikroskopisch auf Rhaphiden durchmustert. Gegebenenfalls wurde noch einmal filtriert, meistens genügte aber ein zweimaliges Durchgeben, um eine praktisch Rhaphiden-freie Flüssigkeit zu erhalten. Bei der Beurteilung des Reaktionsausfalles muss natürlich die Verdünnung des Schleims berücksichtigt werden. - Von

LILIACEEN

wurden Vertreter der Gattungen *Scilla*, *Ornithogalum* und *Allium* untersucht. - Bei

Scilla amoena L. trifft man im Gewebe weder Oxalat noch Carbonat an, auch Guttation habe ich nicht beobachten können. Hier dürfte also der Kalkgehalt im Saft gespeichert sein, und es fragt sich bloss, ob lediglich als Rhaphiden, oder ob ausserdem noch in Form gelöster Salze. Der Schleim musste also nach benannter Methode behandelt werden. In dem mit Schwefelsäure versetzen Filtrat bildeten sich Gipsnadeln in mässiger Zahl, die makrochemische Prüfung lieferte eine schwache Trübung. Es sind also gelöste Kalksalze - wenn auch nur in mässiger Menge - im Schleim enthalten.

Scilla nutans Sm. unterscheidet sich hinsichtlich der Kalkbeseitigung von der eben genannten Art lediglich dadurch, dass im reichlich ausfliessenden Schleim zahlreichere Rhaphidenbündel vorhanden sind. - Der saure Saft enthält in beiden Fällen schwache Nitratmengen.

Ornithogalum umbellatum L. sowohl als *Ornithogalum nutans L.* führen mehr Schleim als die beiden besprochenen *Scilla*-Arten. Dem entsprechend scheinen auch die Rhaphiden in grösserer Menge vorhanden zu sein. - Andere Formen des Oxalats, Carbonat und Guttation wurden nicht beobachtet. - Nach wiederholter Filtration lässt sich im Schleim eine ansehnliche Menge von Calcium nachweisen. Hier ist also ein nennenswerter Kalküberschuss trotz der mycotrophen Lebensweise vorhanden. - Die Nitratreaktion fällt beide male schwach positiv aus.

Ein von den vorigen Gattungen abweichendes Verhalten zeigen die untersuchten *Allium*-Arten. Zunächst sind im mässig austretenden Schleim keine Rhaphiden enthalten; andere Kristallformen fehlen ebenfalls. Ein zweiter Unterschied ist -

wenigstens für zwei der studierten Formen - dadurch gegeben, dass hier Oxalat - wenn auch in geringer Menge - im Gewebe anzutreffen ist. Im einzelnen sei folgendes mitgeteilt:

Bei *Allium Cepa L.* trifft man in den die Saftschläuche umschliessenden Parenchymzellen ganz vereinzelt Einzelkristalle von oxalsaurem Kalk. Im wässerigen, kristallfreien Saft lassen sich mikro- und makrochemisch geringe Kalkmengen nachweisen. - Carbonatablagerung und Guttation wurden nicht beobachtet.

Allium fistulosum L. unterscheidet sich von *A. Cepa* dadurch, dass hier die Oxalatkristalle noch seltener sind. Der wässerige Saft enthält auch hier nur Spuren von Calcium. - Auf Diphenylamin-Schwefelsäure-Zusatz färbt sich derselbe gelbrot, während bei *A. Cepa* eine leichte Blaufärbung eintrat. - Bezüglich des Oxalatvorkommens mag noch erwähnt sein, dass ich in verschiedenen Präparaten überhaupt keine Kristalle angetroffen habe.

Bei *Allium Schoenoprasum L.* kommt es, soweit meine Beobachtungen reichen, überhaupt nicht mehr zur Oxalatbildung. Hingegen konnte ich Guttation feststellen und im sezernierten Wasser mässige Kalkmengen nachweisen.

Allium Porrum L. scheint keinen nennenswerten Kalküberschuss zu besitzen, jedenfalls habe ich weder Kristalle noch Ausscheidung beobachten können. Der Saft enthält hier, wie bei den andern Arten, nur sehr geringe Kalkmengen, kommt also als Kalspeicher nicht infrage. - Bei den beiden letzten Arten konnte ich Spuren von Nitraten in dem stets sauren Saft nachweisen.

Aus der Untersuchung geht zweifellos soviel hervor, dass die Menge des überschüssigen Calciums auch im besten Falle bei den *Allium*-Arten recht gering ist. Vielleicht wird man, wie schon an anderer Stelle, auch hier die in dieser Gruppe ziemlich verbreitete mycotrophe Lebensweise zur Erklärung dieser Tatsache heranziehen können.

Die günstigstenfalls minimale Oxalatbildung wird man hier ebensowenig als die äusserst geringe Speicherung im Saft als typische Formen der Kalkreinigung ansprechen dürfen. Es ist eben infolge des äusserst geringen Kalküberschusses die Ausbildung auch nur e i n e s solchen Modus nicht notwendig geworden, wenn wir von dem Einzelfall absehen, in dem die Guttation möglicherweise als solcher in Betracht kommt.

Die untersuchten Liliaceen lassen sich hinsichtlich der Kalkreinigung mithin in drei Gruppen gleidern:

Der erste Typus wird vertreten von *Scilla* und *Ornithogalum*; hier übernimmt der Schleimsaft allein die Speicherung des ansehnlichen Kalküberschusses. Er bildet also ein Analogon zu den typischen, oxalatfreien Euphorbien.

An zweiter Stelle wäre als einzelne Form *Allium Schoenoprasum* zu nennen, bei der die Guttation die Beseitigung des überschüssigen Calciums im wesentlichen übernimmt. Diese Art ist also etwa in die Nähe unserer ersten Compositen-Gruppe zu stellen.

In die dritte Abteilung wären die übrigen untersuchten *Allium*-Arten einzureihen; sie verhalten sich also ganz ähnlich wie unsere zweite Compositengruppe, bei der ebenfalls eine typische Art der Kalkreinigung nicht erforderlich ist.

Aus der Familie der

AMARYLLIDACEEN

seien besprochen: *Crinum Powellii Hort.*, *Narcissus Jonquilla L.*, *N. poeticus L.*, und *Leucojum pulchellum Salisb.*

Im Blattgeweben von *Crinum Powellii* findet man typische Rhaphidenzellen, die nicht gleichmässig über die Fläche verteilt sind, sondern sich nach der Peripherie zu häufen. Interessant ist ihre Lagerung zu beiden Seiten der Queranastomosen der Gefässbündel. Schneidet man die Pflanze an, so tritt eine ziemliche Menge Schleim aus, der sauer reagiert, aber keine Rhaphiden noch andere Oxalatkristalle enthält. Mikro- und makrochemisch lassen sich in ihm mässige Mengen gelöster Kalksalze nachweisen, sodass er als Kalkspeicher wohl angesprochen werden kann. Als dritte Form der Kalkbeseitigung kommt hier dann noch die Guttation hinzu.- Carbonat-Ablagerungen sind nicht beobachtet. - Der Saft enthält ziemliche Nitrat-

mengen.

Wesentlich verschieden verhalten sich *Crinum Powellii* gegenüber die drei anderen untersuchten Formen, die, da sie unter sich hinsichtlich unserer Frage keinerlei Verschiedenheiten aufweisen, zusammen besprochen sein mögen:

Narcissus Jonquilla, N. poeticus und *Leucojum pulchellum* enthalten keinerlei Oxalatkristalle im Gewebe. Dafür ist aber der sauer reagierende, in grosser Menge austretende Schleimsaft äusserst reich an Rhaphiden. Hat man diese durch mehrmaliges Filtrieren beseitigt, und prüft dann das Filtrat auf gelöste Kalksalze, so ergeben beide Methoden ein positives Resultat. Der Saft ist also in ausgesprochener Weise als Kalkspeicher anzusehen. - Carbonat kommt m.W. nicht vor, Guttation wurde nicht beobachtet. - Im Schleimsaft der drei in Rede stehenden Pflanzen konnte ich geringe Nitratmengen nachweisen.

Zusammenfassend lassen sich also bezüglich der Kalkreinigung bei den untersuchten Amaryllidaceen zwei Typen unterscheiden:

In der ersten Abteilung, der also *Narcissus* und *Leucojum* angehören, wird der ganze, ansehnliche Kalküberschuss in Form von Rhaphiden und gelöster Salze im Schleimsaft gespeichert. Diese Gruppe wäre also mit der ersten Liliaceengruppe (*Scilla, Ornithogalum*) oder mit den für unsere Frage charakteristischen oxalatfreien *Euphorbia*-Arten in Parallele zu setzen.

Bei *Crinum Powellii*, dem einzigen Vertreter der zweiten Gruppe, teilen sich Schleimsaft, die Oxalsäure und die Guttation in die Aufgabe der Beseitigung des erheblichen Kalküberschusses. Soweit es sich beurteilen lässt, s cheinen die 3 Formen in annähernd gleichem Masse beteiligt zu sein. Ein Analogon zu dieser Gruppe ist uns bisher noch nicht begegnet. - Es bleiben endlich noch die

COMMELINACEEN,

die bekanntlich auch mit Schleimgefässen ausgestattet sind und von denen wir *Commelina coelestis Willd., Tradescantia erecta Jacq.* und *Tr. virginica L.* untersuchten.

Gemeinsam ist den drei Formen der grosse Kalkreichtum des Schleimsafts, der bei *Commelina coelestis* und *Tradescentia erecta* mässig, bei *Tr. virginica* ziemlich stark ausfliesst. Nach wiederholtem Filtrieren lässt sich in dem ursprünglich äusserst rhaphidenreichen Saft mikro- und makrochemisch eine immerhin beachtenswerte Menge von Calcium nachweisen. Im übrigen weichen die Formen allerdings voneinander ab. *Tradescantia erecta* führt viel Calciumoxalat im Gewebe, und zwar ist es als Kristallsand urd in Form von Einzelkristallen abgelagert. Bei dieser Form wird schliesslich auch mit dem Guttationswasser noch ein Teil des grossen Kalküberschusses nach aussen befördert.

Tradescantia virginica unterscheidet sich von der andern Art dadurch, dass hier, soweit meine Beobachtungen reichen, weder im Stengel noch im Blatt oxalsaurer Kalk vorhanden ist.

Relativ am geringsten scheint der Kalküberschuss bei *Commelina coelestis* zu sein; denn hier scheint der Saft seine Beseitigung allein zu bewältigen ohne deswegen - soweit sich das vergleichsweise sagen lässt - kalkreicher zu sein als der der beiden Tradescantien. Ganz vereinzelt habe ich im Gewebe allerdings auch Oxalatbildung gefunden, als Form der Kalkbeseitigung kommen aber hier die Oxalatkristalle m.E. nicht infrage. - Ausscheidung habe ich beobachtet, Carbonat ist weder hier noch bei den beiden andern Vertretern vorhanden.

An dieser Stelle sei übrigens bemerkt, dass bei verschiedenen zur Prüfung geeigneten Liliifloren das Gewebe auf gelöste Kalksalze untersucht wurde: die meist recht minimalen Mengen derselben kommen für die Kalkreinigung nicht in Betracht. - Der Saft von *Tradescantia erecta* ist nitratfrei, der der beiden andern Formen enthält Spuren davon.

Wir fassen zusammen und stellen fest, dass hinsichtlich der Kalkreinigung jede der drei untersuchten Pflanzen einen besondern Typus repräsentiert.

Zum ersten wäre *Commelina coelestis* - als einziger Vertreter der Abteilung - zu nennen, bei der der gesamte Kalküberschuss im Schleimsaft gespeichert ist. Wir haben also hier ein ganz analoges Verhalten wie bei unserer ersten Amaryllis-

daceengruppe, der, wie erinnerlich, *Narcissus* und *Leucojum* zuzuzählen sind.

Der Repraesentant der zweiten Gruppe wäre *Tradescantia virginica*; hier teilen sich Schleimsaft und Guttation in die Fortschaffung des Kalküberschusses, wobei allerdings der Saft wiederum ganz erheblich viel mehr leisten dürfte als die Ausscheidung. - Wir würden diese Form also zu unserer zweiten Campanulaceen-Lobeliaceengruppe in Parallele setzen.

An dritter Stelle nennen wir *Tradescantia erecta*, bei der Saft, Oxalsäure und Guttation an der Beseitigung der grossen überschüssigen Kalkmengen beteiligt sind, unter ihnen leistet allerdings der Saft zweifellos die Hauptarbeit. - Zu vergleichen wäre dieser Fall mit unserm zweiten Amaryllidaceen-Typus, der auch nur durch eine Form, *Crinum Powellii*, vertreten ist.

Es geht aus dem Mitgeteilten zur Genüge hervor, dass der bei einer Reihe von Liliifloren vorhandene, in schlauchartigen, entwickelungsgeschichtlich den gegliederten Milchröhren nahestehenden Exkretbehältern enthaltene Schleimsaft in den meisten Fällen selbst dann noch als Kalkspeicher angesprochen werden kann, wenn er durch mehrfaches Filtrieren von den in ihm eventuell enthaltenen Rhaphiden befreit worden ist. - Wenn anderseits bei der Gattung *Allium* in ihm weder Rhaphiden vorkommen noch gelöste Kalksalze sich in ihm nachweisen lassen, so bestätigt diese Tatsache aufs beste, was wir am Schluss eines jeden der drei voraufgehenden Formenkreise betonten: dass nämlich nicht die anatomische Beschaffenheit, sondern lediglich das physiologische Bedürfnis - wenn der Ausdruck gestattet ist - darüber zu entscheiden hat, ob der Inhalt eines solchen Exkretbehälters als Kalkspeicher benützt wird oder nicht.

Wir beschliessen damit die Mitteilung unserer Untersuchungen und es bleibt uns lediglich noch übrig, einmal in eine Zusammenfassung die gewonnenen Ergebnisse als Antworten auf unsere dreifache Fragestellung kurz zu formulieren und die hinsichtlich unserer Hauptfrage aufgestellten Typen übersichtlich zu ordnen und sodann in einem A u s b l i c k die sich aus dieser Arbeit unmittelbar ergebenden weiteren Fragen zu präcisieren und die, ihre Beantwortung in Aussicht stellenden Wege wenn möglich anzudeuten. Vergegenwärtigen wir uns in einer

ZUSAMMENFASSUNG

noch einmal das wesentliche der vorliegenden Arbeit:

Von den Angaben De BARY's ausgehend, dass einmal "innere Sekretbehälter", zu denen er auch die kristallführenden Schläuche rechnet, und Milchröhren sich gegenseitig ausschliessen und dass zum zweiten "im Milchsaft wenigstens mancher Euphorbien" mehr minder grosse Mengen gelöster Kalksalze vorkommen, versuchten wir, diese beiden anatomischen bzw. chemischen Tatsachen in einen Causalzusammenhang zu bringen und physiologisch auszuwerten. Unsere Frage würde mithin lauten: Stehen Oxalatbildung und Milchsaft in irgendwelcher Beziehung zu einander?

Diese Frage haben wir, unter der Voraussetzung, dass die Oxalatbildung als eine bei vielen Pflanzen ausgebildete Möglichkeit zur Beseitigung eines ± grossen Kalküberschusses zu werten sei, exkretphysiologsich näher präzisieren können, indem wir sagten : Wird in den mit Milchröhren ausgestatteten Pflanzen der ganze oder ein ± grosser Teil des Kalküberschusses im Milchsaft gespeichert, und damit die Oxalatbildung ganz oder teilweise überflüssig?

Die so formulierte Frage wäre aber immer noch nicht eindeutig und zwar aus dem einfachen Grunde nicht, weil ja die Oxalatbildung auch durch andere Formen der Kalkreinigung, als da sind Carbonatbildung und Guttation (94) sehr wohl beeinflusst werden könnte und, wie wie nunmehr gesehen haben, tatsächlich beeinflusst wird.

Unter Berücksichtigung dieser Umstände und unter Einbeziehung der mit Milchröhren-ähnlichen Exkretbehältern und mit Schleimschläuchen ausgestatteten Formen in unsere Untersuchung kamen wir dann zu der auf Seite 283 formulierten Fragestellung.

Wir haben auf die dort genannten Fragen 138 "milchende" oder doch mit Saft-führenden Exkretbehältern ausgerüstete Pflanzen der verschiedensten Gattungen bzw. Familien untersucht und glauben daraufhin die nachfolgenden Antworten wohl als einigermassen gesichert anehen zu dürfen. Immerhin ist es nicht unmöglich, dass durch

weitere Untersuchungen kleine Änderungen der zunächst allgemein gehaltenen Antworten notwendig werden. Wir formulieren die

BEANTWORTUNG UNSERER FRAGESTELLUNG

folgendermassen:

1) In den mit Milch- oder Schleimröhren oder ähnlichen Exkretbehältern ausgestatteten Pflanzen ist das Fehlen oder Zurücktreten des Calciumoxalats eine häufige, aber keineswegs allgemein verbreitete Erscheinung.

2) Bei der Mehrzahl der in Frage stehenden Pflanzen sind andere Möglichkeiten der Kalkreinigung - Carbonatbildung oder Guttation - gegeben (von einer Ausscheidung durch die Wurzel haben wir, wie eingangs betont, in dieser Arbeit abgesehen), die entweder neben der Oxalatbildung oder ohne diese auftreten.

3a) Die Inhalte der entwickelungsgechichtlich-anatomisch z.T. verschiedenen Exkretbehälter fungieren z.T. als typische Kalkspeicher - wobei sie entweder allein die Beseitigung des gesamten Kalküberschusses übernehmen oder sich mit andern Modis der Kalkreinigung darin teilen - z.T. sind sie an der Beseitigung des überschüssigen Calciums garnicht oder doch nur in so geringem Masse beteiligt, dass man sie als Kalkspeicher nicht wohl ansprechen kann.

3b) Die Behälter sind bei ihrer anatomischen Verschiedenheit für die hier in Rede stehende Funktion ihrer Inhalte gleichwertig, oder, wie wir jetzt vielleicht besser sagen: gleichgiltig. Nicht die anatomische Beschaffenheit des Behälter, sondern lediglich die Menge des vorhandenen überschüssigen Calciums und die eventuell anderweitig gegebenen Möglichkeiten zu seiner Beseitigung entscheiden darüber, ob der Inhalt, der Saft also, als Kalkspeicher in Anspruch genommen werden soll oder nicht.

Wenn wir nunmehr den Versuch machen, in einer besonderen tabellarischen Übersicht jeder der untersuchten Pflanzen hinsichtlich der uns interessierenden Frage ihrer Kalkreinigung einen festen Platz anzuweisen, sie einem bestimmten exkretphysiologischen Typus - wie wir die gleichwertigen Gruppen unserer Übersicht einmal nennen wollen - zuzuordnen, so sind wir uns von vorn herein darüber nicht im Zweifel, dass mit dieser Anordnung noch kein exkretphysiologisches System der milchenden Gewächse gegeben ist, selbst dann nicht gegeben wäre, wenn die Frage der Kalkreinigung das A und O der Exkretphysiologie dieser Gewächse wäre, was zweifellos nicht der Fall ist. Einmal können die diesbezüglichen Untersuchungen weiterer "milchender" Pflanzen die Aufstellung neuer Typen notwendig machen, sodann aber wäre es auch möglich, wenn auch nicht eben wahrscheinlich, dass durch Nachprüfungen hier eine Zusammenfassung statthaft, dort eine Erweiterung erforderlich würde. Ich erinnere an unsere erste, durch die Gattung *Lobelia* vertretene Campanulaceen-Lobeliaceen-Gruppe, die mit der zweiten zusammenfallen würde, wenn man bei *Lobelia* einwandfrei Guttation beobachten und im sezernierten Wasser Calcium in nennenswerter Menge nachweisen würde.

Gehen wir nun von der Tatsache aus, dass bei den in Rede stehenden Pflanzen 4 Modi der Kalkreinigung prinzipiell möglich sind, nehmen wir sodann hinzu, dass bei einer Reihe unserer Gewächse der Kalküberschuss garnicht vorhanden oder doch jedenfalls so gering ist, dass eine eigentliche Beseitigung nicht erforderlich ist, so ergeben sich durch Combination 15 verschiedene Möglichkeiten der Kalkreinigung, zu denen als 16. Fall d e r treten würde, dass eine solche überhaupt nicht stattfände.

Die 4 Modi sind: Saftspeicherung, Oxalatbildung, Carbonatbildung und Guttation. Die 16 theoretisch möglichen Combinationen, die wir als exkretphysiologische Typen bezeichnen, sind:

I. <u>Der Saft fungiert als Kalkspeicher</u>. - 1. Saftspeicherung, 2. Saftspeicherung und Oxalatbildung, 3. Saftspeicherung und Carbonatbildung, 4. Saftspeicherung und Guttation, 5. Saftspeicherung und Oxalatbildung und Carbonatbildung, 6. Saftspeicherung und Oxalatbildung und Guttation, 7. Saftspeicherung und Carbonatbildung und Guttation, 8. Saftspeicherung und Oxalatbildung und Carbonatbildung und

Guttation.

II. Der Saft fungiert nicht als Kalkspeicher. - 9. Oxalatbildung, 10. Oxalatbildung und Carbonatbildung, 11. Oxalatbildung und Guttation, 12. Oxalatbildung und Carbonatbildung und Guttation, 13. Carbonatbildung, 14. Carbonatbildung und Guttation, 15. Guttation, 16. keine Kalkreinigung.

Elf dieser Typen konnten wir mit Beispielen belegen, für die übrigen (3, 7, 8, 13 und 14) haben wir keine Vertreter gefunden.

Wir lassen nunmehr, nach exkretphysiologischen Typen geordnet, die Tabellen folgen.

I. SAFTSPEICHERUNG.

Nr.	Formenkreis	Art	Exkretphsiol. Gruppe.	Bemerkungen.
1.	I.	Euphorbia Lathyris	1. Euphorbiac.-Gruppe	-
2.	"	" epithymoides	" " "	-
3.	"	" Gerardiana	" " "	-
4.	"	" Cyparissias	" " "	mycotroph
5.	"	" exigua	" " "	-
6.	"	" Myrsinites	" " "	-
7.	"	" Peplus	" " "	minimale Guttation.
8.	"	" altissima	" " "	-
9.	"	" lucida	" " "	-
10.	"	" tirucalli	" " "	-
11.	"	" Laro	" " "	-
12.	"	" Regis-Jubae	" " "	-
13.	"	" neriifolia	" " "	Gelöste Ca-Salze im
14.	"	" resinifera	" " "	- Gewebe.
15.	"	" similis	" " "	Gelöste Ca-Salze im
16.	"	" Fournierii	" " "	- Gewebe.
17.	II.	Lobelia rumosa	1. Camp.-Lobel.-Gruppe	ob Guttation?
18.	"	" cardinalis	" " " "	" "
19.	III.	Cirsium arvense	Cirsium-Gruppe	-
20.	IV.	Scilla amoena	I. Liliac.- Gruppe	-
21.	"	" nutans	" " "	-
22.	"	Ornithogalum umbellatum	" " "	mycotroph.
23.	"	" nutans	" " "	-
24.	"	Narcissus Jonquilla	1. Amaryllid.-Gruppe	-
25.	"	" poeticus	" " "	mycotroph.
26.	"	Leucojum pulchellum	" " "	-
27.	"	Commelina coelestis	1. Commelinac.-Gruppe	-

II. SAFTSPEICHERUNG UND OXALATBILDUNG.

28.	I.	Euphorbia verrucosa	2. Euphorbiac,.-Gruppe	-
29.	"	" palustris	" " "	-
30.	"	" villosa	" " "	-
31.	"	" grandidens	" " "	-
32.	"	Codiaeum spec.	" " "	-
33.	"	Allamanda Schottii	1. Apoc.-Asclep -Gruppe	-
34.	"	Stapelia reclinata	" " " "	-
35.	II.	Carica Papaya	Carica-Gruppe	-
36.	"	Alocasia odora	Aroideen-Gruppe	-
37.	"	Xanthosoma Maximiliana	" "	-
38.	"	" violacea	" "	-
39.	"	Colocasia multifida	" "	-

Nr.	Formenkreis	Art	Exkretphysiol. Gruppe	Bemerkungen
40.	III.	Rhus typhina	Rhus-Gruppe	-
41.	"	" glabra	" "	-
42.	"	" toxicodendron	" "	-
43.	"	Mimusops Elengi	Mimusops-Gruppe	wenige Oxalat-Krist.

III. vacat. IV. SAFTSPEICHERUNG UND GUTTATION.

44.	II.	Campanula glomerata	2. Camp.-Lob.-Gruppe	- im Saft.
45.	"	" sarmatica	" " " "	-
46.	"	" alliariifolia	" " " "	-
47.	"	" rotundifolia	" " " "	-
48.	"	" persicifolia	" " " "	-
49.	"	" carpathica	" " " "	-
50.	"	Phyteuma spicatum	" " " "	geringe Mengen Oxa-
51.	"	" canescens	" " " "	- lat.
52.	IV.	Tradescantia virginica	2. Commelinac.-Gruppe	-

V. SAFTSPEICHERUNG UND OXALATBILDUNG UND CARBONATBILDUNG.

53.	I.	Cannabis sativa	1. Cannab.-Morac.-Gr.	-
54.	"	Humulus Lupulus	" " " "	-
55.	III.	Acer Pseudo-Platanus	Acer-Gruppe	-

VI. SAFTSPEICHERUNG UND OXALATBILDUNG UND GUTTATION.

56.	IV.	Crinum Powellii	2. Amaryllidac.-Gr.	-
57.	"	Tradescantia erecta	3. Commelinac.-Gr.	-

VII., VIII. vacat. IX. OXALATBILDUBG.

58.	I.	Ricinus communis	3. Euphorb.-Gruppe	-
59.	"	Mercurialis annua	" " "	-
60.	"	" perennis	" " "	-
61.	"	Codiaeum interruptum	" " "	-
62.	"	" diversifolium	" " "	-
63.	"	Toxicophloea spectabilis	2. Apoc.-Ascl.-Gr.	-
64.	"	Rhazya orientalis	" " " "	
65.	"	Apocynum hypericifol.	" " " "	-
66.	"	Asclepias incarnata	" " " "	-
67.	"	" tuberosa	" " " "	-
68.	"	Vincetoxicum officin.	" " " "	-
69.	"	" luteum	" " " "	-
70.	"	Periploca graeca	" " " "	-
71.	II.	Carlina acaulis	2. Compos. - Gruppe	-
72.	III.	Ipomoea purpurea	2. Convolvulac.-Gr.	-
73.	"	Cephalaria alpina	2. Dipsaceen-Gruppe	-
74.	"	Dipsacus laciniatus	" " "	-
75.	"	Knautia longifolia	" " "	-
76.	"	" magnifica	" " "	-
77.	"	Scabiosa caucasica	" " "	-
78.	"	" columbaria	" " "	-
79.	"	Mamillaria Bockii	Mamillaria-Gruppe	-
80.	"	" Parkinsonii	" "	-

Nr.	Formenkreis.	Art.	Exkretphysiol. Gruppe.	Bemerkungen.
81.	III.	Musa Basjoo	Musa-Gruppe	-
82.	"	" Cavendishii	" "	-

X. OXALATBILDUNG UND CARBONATBILDUNG.

83.	I.	Morus alba	2. Cannabac.-Morac.	-
84.	"	Ficus Carica	" " "	-
85.	"	Cecropia peltata	" " "	-

XI. OXALATBILDUNG UND GUTTATION.

86.	III.	Bocconia cordata	Bocconia-Gruppe	-
87.	"	Convolvulus tricolor	1. Convolv.-Gruppe	-
88.	"	" arvensis	" " "	
89.	"	Eryngium campestre	1. Umbellif.-Gruppe	-
90.	"	Cephalaria leucantha	1. Dipsac.-Gruppe	-

XII. OXALATBILDUNG UND CARBONATBILDUNG UND GUTTATION.

91.	III.	Urtica dioica	Urtica-Gruppe	-
92.	"	" canadensis	" "	-

XIII, XIV. vacat. XV. GUTTATION.

93.	II.	Specularia falcata	3. Camp.-Lob.-Gr.	-
94.	"	Wahlenbergia Roylei	" " " "	-
95.	"	Papaver somniferum	Papaver-Chelid.-Gr.	-
96.	"	" orientale	" " "	-
97.	"	" bracteatum	" " "	-
98.	"	" strictum	" " "	-
99.	"	" lateritium	" " "	-
100.	"	" Argemone	" " "	-
101.	"	" Rhoeas	" " "	-
102.	"	" mudicaule	" " "	-
103.	"	Chelidonium majus	" " "	-
104.	"	" laciniatum	" " "	-
105.	"	Lactuca virosa	1. Compositen-Gr.	-
106.	"	" Scariola	" " "	
107.	"	Cichorium Intybus	" " "	-
108.	"	Tragopogon major	" " "	-
109.	"	" campestre	" " "	-
110.	"	Sonchus palustris	" " "	-
111.	"	Prenanthes purpurea	" " "	-
112.	"	Hieracium umbellatum	" " "	mycotroph.
113.	"	Chondrilla juncea	" " "	-
114.	"	Taraxacum officinale	" " "	-
115.	III.	Glaucium luteum	Glaucium-Eschsch.-Gr.	-
116.	"	Eschscholzia calif.	" " "	-
117.	"	Archangelica officin.	2. Umbellif.-Gruppe	-
118.	"	Laserpitium macroph.	" " "	-
119.	"	Imperatoria hispanica	" " "	-
120.	"	Tropaeolum majus	Tropaeolum-Gruppe	-
121.	IV.	Allium Schoenoprasum	2. Liliaceen-Gr.	-

Nr.	Formenkreis.	Art.	Exkretphysiol. Gruppe.	Bemerkungen.
122.	I.	Vinca major	3. Apocyn.-Ascl.-Gr.	ob Guttation?
123.	"	" minor	" " " "	myctroph.
124.	"	Amsonia salicifolia	" " " "	-
125.	"	Asclepias syriaca	" " " "	-
126.	II.	Lactuca perennis	3. Compositen-Gruppe	-
127.	"	Scorzonera laciniata	" " "	-
128.	"	" purpurea	" " "	-
129.	"	Mulgedium macrophyllum	" " "	-
130.	"	Crepis sibirica	" " "	-
131.	"	Scolymus hispanicus	" " "	-
132.	"	Gazania ringens	" " "	-
133.	III.	Sium Sisarum	3. Umbelliferen-Gr.	-
134.	"	Silaus tenuifolius	" " "	
135.	"	Scabiosa graminifolia	3. Dipsaceen-Gruppe	-
136.	IV.	Allium Cepa	3. Liliaceen-Gruppe	-
137.	"	" fistulosum	" " "	-
138.	"	" Porrum	" " "	-

Wir schliessen hier an, was wir über die Reaktion und über den Nitratgehalt des Saftes ermittelten:

1. Abgesehen von den beiden *Chelidonium*-Formen, *Silaus tenuifolius* und *Cephalaria leucantha*, deren Saft neutral befunden wurde, reagierten alle Säfte mehr der minder sauer. Unsere Ergebnisse bestätigen - im allgemeinen wenigstens - und erweitern die Angaben von MOLISCH (95).

2. Nitrate haben wir in der Mehrzahl der Milch- und Schleimsäfte nicht nachweisen können. Wo sie in grösserer oder geringerer Menge vorhanden sind, tritt der Kalkgehalt des Saftes mehrfach deutlich zurück; es sei nur an die Papaveraceen erinnert. Diese Tatsache ist umso bemerkenswerter, als STAHL (96) prinzipiell ähnliches namentlich bei *Viscum* und *Dianthus Caryophyllus* feststellen konnte. Es fiel ihm auf, "dass mit der Abnahme und dem schliesslichen Verschwinden der Nitratreaktion eine in manchen Fällen sehr beträchtliche Zunahme des Calciumoxalats einhergieng". Da nun u.E. kein Grund vorliegt, den Milchröhren als lebenden Zellen die Fähigkeit der Nitrat-Assimilation abzusprechen, scheint uns durch die Frage nach dem eventuellen Causalzusammenhang zwischen Kalk- und Nitratgehalt ein Weg gewiesen, der ihre Beantwortung nicht aussichtslos erscheinen lässt. Wenn diese gemutmasste Nitratassimilation - bei der das frei werdende Calcium allerdings nicht an Oxalsäure, sondern an andere, organische Säuren, vielfach wohl an Äpfelsäure gebunden würde - wirklich stattfände, so würde das, mittelbar oder unmittelbar ein ernährungsphysiologisches Plus für den Milchsaft bedeuten: mittelbar, wenn er die gebildete N-haltige Komponente zur Regeneration oder Vermehrung seiner selbst benützen, also gewissermassen in dieser Beziehung zum Selbstversorger werden würde und dadurch, indem er auf Zufuhr dieser Stoffe nicht oder doch nur in geringerem Masse angewiesen wäre, die anderen Gewebe entlasten könnte; unmittelbar, wenn er gar noch an diese würde abgeben können. Zwischen den beiden zuletzt genannten Möglichkeiten praktisch zu unterscheiden dürfte, wenn überhaupt möglich, jedenfalls ausserordentlich schwer sein.

Mit der Erörterung dieser Fragen haben wir den Rahmen der Zusammenfassung bereits überschritten und es sei daher in einem kurzen

AUSBLICK

auf einige Probleme hingewiesen, deren Inangriffnahme durch die vorliegende Untersuchung nahe gelegt wird.

Wir haben gesehen, dass der Milchsaft in einer ganzen Reihe von Fällen als typischer Kalkspeicher fungiert und es wäre nunmehr erwünscht, dass:

erstens diese qualitativen Befunde quantitativ bestätigt und dadurch recht deutlich gemacht würden. Diese Untersuchung hat allerdings nichts Problematisches, es sind hier lediglich einige technische Schwierigkeiten zu überwinden, da im allgemeinen doch nur recht geringe Saftmengen zur Verfügung stehen. Einige quantitative Analysen sind durchgeführt, doch sehe ich von der Mitteilung der Ergebnisse an dieser Stelle ab, da Einzelwerte wenig besagen und Mittelwerte noch nicht vorliegen. Sodann ist es natürlich erforderlich, auch die vom Saft sogut wie möglich befreiten Pflanzen quantitativ auf ihren Kalkgehalt zu untersuchen, denn erst der Vergleich beider Werte miteinander gibt uns das genaue Mass für die in Rede stehende exkretphysiologische Leistung des Saftes.

Zweitens erhebt sich die Frage, ob mit der fortschreitenden Entwickelung der Pflanze auch der Kalkgehalt des Saftes stetig zunimmt, allgemeiner gesagt, ob er überhaupt nennenswerten Schwankungen unterworfen ist und wie dieselben - falls sie vorkommen - möglicherweise zu erklären sind. Selbstverständlich wird auch hier nur die quantitative Untersuchung eine befriedigende Antwort geben können. Dass dabei, wenn die Verhältnisse physiologisch richtig gewertet werden sollen, auch die in den praktisch saftfreien Pflanzen vorhandene Menge von Kalksalzen genau festzustellen ist, versteht sich von selbst.

Während diese beiden Fragen natürliche Verhältnisse betreffen, würde drittens zu untersuchen sein, ob und wie weit sich der Kalkgehalt des Milchsafts - wiederum verglichen mit dem der übrigen Gewebe - bei wechselnder Kalk-Darbietung ändert. Hier würde man natürlich nicht nur mit wechselnden Mengen ein und desselben Kalksalzes, sondern mit verschiedenen arbeiten.

Damit ist dann viertens schon die Frage aufgeworfen, ob bei fortwährender Steigerung der Kalk-Zufuhr - bis zu der eine normale Entwickelung noch ermöglichenden Höchtmenge - zu der oder den bereits vorhandenen Arten der Kalkreinigung noch eine oder mehrere neue hinzukommen, eine Frage, die gemäss den verschiedenen Möglichkeiten der Kalkbeseitigung in mehrere Teilfragen zu gliedern wäre.

Fünftens ist für infraoptimale Kalkzufuhr das entsprechende zu untersuchen, was unter Punkt 4 für supraoptimale Calciumdarbietungen angedeutet wurde.

Weiterhin wäre sechtens festzustellen, ob nicht durch die künstliche Ausschaltung eines Modus der Kalkbeseitigung die Ausbildung eines neuen veranlasst, oder doch die stärkere Inanspruchnahme eines bereits vorhandenen erzielt werden könnte. Hier werden sich allerdings technisch z.T. unüberwindliche Schwierigkeiten hindernd in den Weg stellen. Ich habe zunächst an die Ausschaltung der Saftspeicherung und eine dadurch eventuell veranlasste Oxalatbildung gedacht. Jene liesse sich m.E, dadurch erreichen, dass man mit entmilchten Blättern oder Blattstücken arbeitet, wobei allerdings die Versuchsdauer eine beschränkte sein würde. Immerhin müsste man, wenn das Ergebnis ein positives, die Oxalatbildung also erzielt sein würde, des Einwandes gewärtig sein, dass diese Verhältnisse nicht auf die intakte Pflanze übertragen werden dürften. - Ob sich durch eine längere Unterdrückung der Guttation hinsichtlich der vorliegenden Frage etwas erreichen lässt, scheint mir nach den Erfahrungen STAHL's (97) einigermassen zweifelhaft zu sein. Es ist ja allerdings nicht gesagt, dass die von ihm beobachteten Krakheitserscheinungen stets auftreten müssen, und selbst wenn sie sich einstellen, so brauchen sie, jedenfalls solange sie lokaler Art sind, der Ausbildung einer neuen Art der Kalkreinigung ja nicht hindernd im Wege zu stehen. - Wo Oxalat und Carbonat normalerweise vorhanden sind, wird man kaum etwas erreichen können, denn eine Verminderung der Kalkzufuhr ist natürlich mit unserer Frage nicht gut vereinbar.

Was schliesslich siebentens die Frage nach einer eventuellen physiologischen Bedeutung des im Saft gespeicherten Kalksalzes - möglicherweise sind es ihrer mehrere - betrifft, so liegen da lediglich zwei Ansichten von KNIEP (98) vor, die allerdings nur die eine Komponente des Salzes, nämlich die Säure, angehen. Unter

der Voraussetzung, dass das Calcium - wenigstens im Saft der Euphorbiaceen - im allgemeinen als Malat vorkommt, eine Annahme, die zunächst noch chemisch zu fundieren wäre, glaubt KNIEP den Gedanken, "dass bei den Euphorbien die Milchröhren als Reservoire dieser Äpfelsäure fungieren"...."jedenfalls nicht ganz von der Hand weisen" zu wollen. Die Äpfelsäure dürfte s.E. hier vielleicht dieselbe Rolle spielen, "wie bei den anderen Sukkulenten (Cacteen), wo sie als unvollständiges Oxydationsprodukt bei der Atmung nachts gebildet ... und tagsüber nach vorheriger Oxydation zu Kohlensäure assimiliert wird". Dieser Gedanke hat gewiss manches für sich, zu diskutieren wäre er aber wohl erst dann, wenn wenigstens für einige Fälle experimentelle Unterlagen vorlägen. Ausser der von KNIEP geforderten Bestimmung des Atmungskoeffizienten scheint uns zur richtigen Beurteilung der Verhältnisse auch eine Untersuchung der übrigen Gewebe auf Malat notwendig zu sein. Die Tatsache, dass - nach unsern Befunden wenigstens - der Saft nicht sukkulenter Formen vielfach kalkreicher ist als der der fleischigen Euphorbien, braucht nicht unbedingt gegen die gemutmasste Funktion zu sprechen. Dass es sich zutreffendenfalls nicht um eine generelle Funktion des Latex, genauer gesagt: eines seiner Bestandteile handelt, tut dem Wert derselben natürlich in keiner Weise Abbruch.

In seiner früheren Arbeit über den Milchsaft bringt KNIEP (99) das Auftreten des apfelsauren Calciums "mit der Corrosion der Milchsaftstärke in Zusammenhang" Nach seinen Beobachtungen veranlasst die Äpfelsäure ein Abschmelzen der Stärkekörner. Eine Nachprüfung und Erweiterung dieser Beobachtungen zur Entscheidung dieser Frage sind unerlässlich. Auch diese Leistung des Milchsafts würde - ihre Bestätigung vorausgesetzt - im wesentlichen nur für die Euphorbien von Bedeutung sein.

Literatur-Verweise und Anmerkungen.

(2) U.a. PFEFFER, Pflanzenphysiol. 1. ed. I (1881) p. 325 und 2. ed. I (1897) p. 593 - 594; EULER, Grundlagen und Ergebnisse der Pflanzenchemie III (1909) p. 230, 233; CZAPEK, Biochemie d. Pflanze, 1. ed. II (1905) p. 698; HABERLANDT, Physiol. Pflanzenanat. 5. ed. (1918) p. 320; MOLISCH, Studien über den Milchsaft und Scheimsaft d. Pflanzen, Jena 1901, p. 79 - 80; KNIEP, Die Funktion des Milchsafts in Rubber Receuil 1914, Sep. p. 22. - (3) Vergl. dazu: ZIMMERMANN, der Manihot-Kautschuk, Jena 1913, p. 152; KNIEP, l.c. (1914) p. 18, 22; HABERLANDT, l.c. (1918) p. 320. - (4) De BARY, Vergl. Anat. (1877) p. 192. - (5) SCHULLERUS in Abh. Bot. Ver. Brandenb. XXIV (1882) p. 66. - (6) MOLISCH, l.c. (1901) p. 47. - (7) Weitere Angaben über den Kalkgehalt des Milchsafts u.a. bei KNIEP, l.c. (1914) p. 11, 22, 25; CZAPEK, l.c. 1. ed. II, p. 703; HABERLANDT, l.c. (1918) p. 315. - (8) De BARY, l.c. p. 143. - (9) MOLISCH, l.c. p. 45. - (10) vergl. dazu STAHL, Zur Physiologie und Biologie der Exkrete, in Flora n.F. XI (1919) p. 22. - (11) u.a. CZAPEK, l.c. 1. ed. II, p. 417 ff; ONKEN, über die Bedeutung des Calciums im Leben der Pflanze unter besonderer Berücksichtigung des oxalsauren Kalkes, in Prometheus XXVII (1917) p. 737 ff; STAHL, l.c. (1919) p. 6 ff. - (12) Ntürlich sind die Kalkcarbonatüberzüge vieler Waserpflanzen nicht kritiklos hierher zu rechnen. Vergl. auch STAHL, l.c. p. 18. - (13) STAHL, l.c. (1919) p. 23 ff, 57 ff. - (14) Derartige Versuche sind meines Wissens bisher nicht gemacht worden. An sie würde sich unmittelbar die Frage anschliessen, ob und inwie weit Änderungen im Calcium-Gehalt der Nährlösung solche in der Ausscheidungsflüssigkeit zur Folge haben würden. - (15) DELEANO, Etude sur le rôle et la fonction des sels minéraux dans la vie des plantes, Inst. Bot. Genève 1907, 7. ser., fasc. 9. - (16) SEVERINI, Particoluita morfologiche ed anatomiche nelle radici dell' Hedysarum coronarium, in Ann. di Bot. VII (1908), zitiert nach Bot. Centralbl. 1909, II. Abt., p. 49. - (17) MAZE, Sur l'excrétion des substances minéraux et organiques par les racines et les stomates aquifères, in Comptes rendus CLII (1911).- (18) Vegl. TUMANN, Pflanzenmikrochemie, Berlin 1913, p. 116. - (19) MOLISCH in Ber. D. bot. Gesellch. XXXIV (1916) p. 288 - 295. - (20) MOLISCH, l.c. p. 357 - 363. - (21) Auf Nitrate wurde mit Diphenylamnin-Schwefelsäure geprüft. Dieses Reagens dürfte trotz einigen Mängeln dennoch das beste sein. - (22) SOLEREDER, Syst. Anat. d, Dicotylen (1899) p. 834, 841 und Ergzbd. (1908) p. 288, 289. - (23) Carbonat und Oxalat

sind hier wie im folgenden der Kürze halber statt Calciumcarbonat und Calciumoxalat gesetzt. - (24) Es sei hier auf einen Irrtum hingewiesen, der sich bei MOLISCH (l.c. 1901) in der Tabelle auf p. 46 findet. Dort ist, wohl durch ein Versehen bei der Drucklegung, die "Kalkreaktion bei direktem Nachweis im Saft" als "sehr schwach" bezeichnet. - (25) MOLISCH, l.c. p. 47, Fig. 19. - (26) SCHULLERUS, l.c. p. 66. - (27) vergl. KNIEP, l.c. p. 22. - (28) SOLEREDER, l.c. p. 288. -(29) STAHL in Pringsh. Jahrb. XXIV (1900) p. 539 - 668. - (30) Diese Beobachtung steht mit der Angabe von MOLISCH (l.c. p. 44), dass der Saft "amphoter", besser wohl: neutral reagiere, in Widerspruch. - (31) STAHL, l.c. (1919) p. 1. - (32) Diese Ausführungen beziehen sich auf die vegetativen Teile. - (33) BERGER, Sukkulente Euphorbien (Stuttgart 1907) p. 34 - 35. - (34) MOLISCH, Über den mikrochemischen Nachweis und die Verbreitung gelöster Oxalate im Pflanzenreich in Flora n.F. XI-XII (Stahl-Festschrift) p. 60 ff. - (35) Die diesbezügliche Angabe von MOLISCH (l.c. p. 46, Tabelle) ist infolge Strichelung nicht klar, wir haben bereits darauf hingewiesen, als vom Kalkgehalt der Euphorbia Lathyris die Rede war. - (36) BAUMGÄRTEL, Die Farbstoffzellen von Ricinus communis, in Ber. D. bot. Gesellsch. XXXV (1917) p. 604. - (37) MOLISCH, l.c. (1901) p. 46, Tabelle. - (38) Nach Abschluss meiner Untersuchungen stellte mir Herr cand. rer. nat. FENTZKE seine Beobachtungen über Ausscheidung flüssigen Wassers freundlichst zur Verfügung. Dadurch wurden einige mir zweifelhaft gebliebene Fälle sicher gestellt. Wo unsere Ergebnisse voneinander abweichen, wie im obigen Fall, ist es im Text vermerkt. - (39) SPANJER, Unters. über d. Wasserapparate der Gefässpflanzen in Bot. Ztg. 1898, p. 35 ff. - (40) Das von De BARY angegebene Vikariieren zwischen Milchröhren und Kristallschläuchen trifft hier also nicht zu. - (41) SOLEREDER, l.c. (1899) p. 604. - (42) Vergl. MOLISCH, l.c. (1901) p. 51 - 52; SOLEREDER, l.c. (1899) p. 604; daselbst weitere Literatur-Angaben. - Vergl. ferner: SPANJER, l.c. (1898) p. 37 und die hier genannte Literatur. - (44) TSCHIRCH und ÖSTERLE, Anat. Atl. d. Pharmacognosie, Leipzig 1900, Abt. I, p. 56 und Tafel XV, fig. 16. - (45) Cit. nach SOLEREDER, l.c. (1899) p. 865 Anm. 2. - (46) Cit. nach SOLEREDER, l.c. (1908) p. 298. - (47) Vergl. TUMANN, l.c. (1913) p. 116. - (48) Für Hevea vergl. die Arbeit von LOCK, Rubber and rubber planting, Cambridge 1913; frisch abgezapfter Hevea-Milchsaft soll alkalisch reagieren (p. 54). - (49) Für Manihot vergl. die Monographie von ZIMMERMANN, l.c. (1913) . - (50) PAX, Euphorbiaceae-Adrianae in Engl. Pflanzenr. Heft 44, 1910. - (51) STAHL, l.c. (1900) p. 552. - Die hier genannten Pflanzen wurden von uns auf ihr Verhalten bezüglich der Kalkbeseitigung allerdings nicht untersucht. - (52) SCHMIDT, Systematisch-anatomische Untersuchungen des Blattes der Campanuloideen, Diss.Erlangen 1904, p. 23, 24, 60. - (53) SCHMIDT, l.c. p. 23 - 24 und 102 - 103. - (54) Citiert nach SOLEREDER, l.c. (1908) p. 194. - (55) NEUMANN-REICHARDT, Anat.-physiol. Unters. über Wasserspalten in Haberlandt's Beitr. zur allgem. Botanik I (1917) Heft 3. - Verf. scheint bei Lobelia syphilitica Guttation beobachtet zu haben (vergl. p. 19). - (56) SPANJER, l.c. p. 39, gibt für Lobelia syphilitica Ausscheidung an. - (57) Nach SOLEREDER, l.c. (1908) p. 347 - 348, Anm. 5. - (58) Cit. nach SOLEREDER, l.c. (1908) p. 183. - (59) Vergl. SOLEREDER. l.c. (1908) p. 354. - (60) Vergl. STAHL, l.c. (1900) p. 550. - (61) SCHMIDT. Über den Plasmakörper der gegliedrten Milchröhren, in Bot. Ztg. XL (1882) p. 435 ff; MOLISCH. l.c. (1901) p. 7. - (62) De BARY, l.c. p. 209. - (63) MOLISCH, l.c. p. 68. - (64) Das Wort "Milchröhren" wurde von mir in Anführungsstriche gesetzt, da es hier im Sinne von Milchsaft führenden Exkretbehältern ganz allgemein gebraucht ist, - (65) KNIEP, l.c. (1905) p. 179. - (66) Vergl. Engler-Prantl, Nat. Pflenzenfam. Nachtr. IV (1915) p. 28. - (67) SPANJER, l.c. (1898) p. 37. - (68) MOLISCH, Das Hervorspringen von Wassertropfen aus der Blattspitze von Colocasia nymphaeifolia, in Ber. D. bot. Gesellch. 1903, p. 381. - (69) STAHL, l.c. (1918) p. 57 - 58. - (70) UNGER, cit. nach Haberlandt, l.c. (1918) p. 465. - (71) STAHL, l.c. (1919) p. 76, hat diese Einschränkung nicht gemacht. - (72) Ich sage "zu tun scheint", da ich keine Gelegenheit mehr hatte, speziell über diesen Punkt mit meinem verehrten Lehrer zu sprechen. Für mich ist es sicher, dass STAHL es im vorliegenden Fall wirklich tat. - (73) Worte des Stahl'schen Textes (1919, p. 75), die von mir gesperrt sind. - (74) SANIO, Über die in der Rinde dicotyler Holzgewächse

vorkommenden kristallinischen Niederschläge, in Monatsber. Preuss. Akad. Wiss. Berlin 1857. - (75) Vergl. auch SOLEREDER, l.c. (1908) p. 106. - (76) SANIO, l.c. (1857) p. 263. - (77) MOLISCH, Über die Ablagerung von kohlensaurem Kalk im Stamme dicotyler Holzgewächse, in Sitzungsber. Akad. Wien Mat.-Naturw. Abt. LXXXIV 1 (1889) p. 19, Tab. I fig. 5 und 10. -(78) CHIMANI, Unters. über Bau und Anordnung der Milchröhren, in Bot. Ztg. LXI (1895) p. 393 ff. - (79) CHARLIER, Cit. nach SOLEREDER, l.c. (1908) p. 207. - (80) Vergl. CZAPEK, l.c. (1908) p. 207. - (81) MOLISCH, l.c. (1901) p. 46. - (82) Cit. nach SOLEREDER, l.c. (1908) p. 207. - (83) Cit. nach SOLEREDER, l.c. (1899) p. 872, Anm. 1. - (84) Kalkcarbonat ist bei den Urticaceen (SOLEREDER l.c. (1908) p. 354) auch im Holz oder Mark konstatiert.- (85) Für Falkia sind die gegliederten Milchröhren nach SOLEREDER (l.c. 1908, p. 346) nur für die Blütenteile bekannt, ob sie seither bereits für die vegetativen Organe nachgewiesen sind, vermag ich nicht zu sagen. - (86) SOLEREDER, l.c. (1899) p. 638; vergl. auch Fig. 128 daselbst. - (87) CZAPEK, l.c. 1. ed. II, p. 703. - (88) Vergl. SOLEREDER, l.c. (1908) p. 354. - (89) FENTZKE, l.c. (unveröffentlicht). - (90) Ausser bei der Gattung Mamillaria kommen diese Gänge, soviel mir bekannt, nur noch bei Leuchtenbergia principis Fisch. vor (vergl. auch SOLEREDER, l.c. (1899) p. 465.)- (91) MOLISCH, l.c. (1901) p. 8 ff. - (92) HANSTEIN, Über ein System schlauchartiger Gefässe etc. in Monatsber. Preuss. Akad. Berlin 1858, p. 705 ff. - (93) MOLISCH, l.c. (1901) p. 103, 104. - (94) Wie uns unsere Untersuchungen gezeigt haben, ist die Anhäufung gelöster Kalksalze im Zellsaft nirgends so gross, als dass man von einer Speicherung reden könnte. Dieser Fall scheidet also als Form der Kalkreinigung aus, abgesehen davon, dass, wie bereits eingangs bemerkt, auch bei grösserer Anhäufung nicht eigentlich von einer Reinigung oder Beseitigung gesprochen werden könnte. - (95) MOLISCH, l.c. (1901) p. 45. - (96) STAHL, l.c. (1919) p. 3. - (97) STAHL, l.c. p. 32 ff. - Die Frage nach den chemisch-physikalischen Ursachen der Erkrankungen lässt STAHL offen (p. 40). - (98) KNIEP, l.c. (1914) p. 22. - (99) KNIEP, l.c (1905) p. 151.

Schluss des zweiten Bandes.

INHALT DES ZWEITEN BANDES,
Juli - Dezember 1922.

FUCHS, A. und ZIEGENSECK, H., Aus der Monographie des Orchis Traunsteineri Saut. 238-248
GLEISBERG, W., Systematisch-kritische Vorarbeit für eine Monographie der Spezies Vaccinium Oxycoccus 1-34
HEMLEBEN, H., Über den Kopulationsakt und die Geschlechtsverhältnisse der Zygnemales .....249-259,261 -277
HERRMANN, H. Vergleichende Holzanatomie der Pappeln und Baumweiden..... 35-56,79-112
KIRSTEIN, K. Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaften innerhalb der Pflanzengruppe der Gymnospermen ..... 57 -79
LAMBERG, G., Das Licht als Wachstumsfaktor ..... 213 -228
MEYER, F. J. Beiträge zur Kenntnis der Leitbüdel-Anatomie ..... 235-237,276 -280
MEZ, C. Additamenta monographica 1922 34,173-176,210-212,259-260
ONKEN, A. Über die Bedeutung des Milch- und Schleimsaftes für die Beseitigung des überschüssigen Calciums, ein Beitrag zur Exkretphysiologie der höheren Pflanzen .....281 - 333
SCHULZ, P., Desmidiaceen aus dem Gebiet der Freien Stadt Danzig und dem benachbarten Pomerellen 113-173
STEFFEN, H., Die Quellmoore des Kreises Berent in Westpreussen.....229-235
STEINECKE, F. Die Flora der Granattrichter im Aisne-Gebiet (Frankreich).....207-210
STEINECKE, F. Promallomonas, eine neue Gattung der Chromulinaceae.....112
WORSECK, E., Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaftsverhältnisse der Monocotyledonen 177-206

Verlag von Prof. Dr. Mez, Königsberg Pr., Besselplatz 3. - Kommissionsverlag des Repertorums, Prof. Dr. Fedde, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49. - Steindruck von A. Wilutzky, Königsberg Pr.

B O T A N I S C H E S A R C H I V .

Zeitschrift für die gesamte Botanik.

Herausgegen von Dr. CARL MEZ,
Professor d. Botanik a. d. Univers. Königsberg.

Das Botanische Archiv beginnt am 15. Januar 1923 seinen III. Band; seine Hefte werden weiter regelmässig am 15. jeden Monats erscheinen. Als S e l b s t h i l f e unserer Wissenschaft gedacht und begründet, hat das Archiv sich in einem Jahr zu einer hoch angesehenen Zeitschrift entwickelt.

Die Befürchtung, dass eine mit der Schreibmaschine hergestellte, lithographierte Zeitschrift von der Fachwelt abgelehnt würde, ist nicht eingetroffen: im Gegenteil, der Versuch, die Wissenschaft von der Tyrannei der Buchdrucker zu befreien, wird allseitig mit grösster Sympathie begrüsst. Die Zahl der Abonnenten ist andauernd in raschem Steigen begriffen. Auch die für das regelmässige Erscheinen des Archivs erforderlichen wissenschaftlichen Beiträge gehen reichlich ein. Es zeigt sich immer mehr, welch' grosses Bedürfnis die Begründung dieser zugleich billigen und umfangreichen Zeitschrift war.

Die anfänglich vorhanden gewesenen technischen Schwierigkeiten hat unser junges Unternehmen überwunden. Der Druck ist klar und durch Verwendung verschiedener Schriftgattungen übersichtlich geworden; die Illustrationen lassen nichts mehr zu wünschen übrig und ihre grosse Zahl ist besonders hervorzuheben.

Mit Absicht wurde das Archiv als Zeitschrift für die g e s a m t e Botanik begründet. Wie bisher alle Teile unserer Wissenschaft darin zu Wort gekommen sind, so soll es auch ferner bleiben. Die Not der Autoren, ihre Arbeiten zum Druck zu befördern, ist in der Pflanzenphysiologie nicht kleiner als in der Organographie und Anatomie, der Systematik und Entwickelungsgeschichte von Kryptogamen und Phanerogamen oder in der angewandten Botanik.

Obgleich die Ausgaben für Druck und Papier seit Begründung des Archivs um mehr als 700% gestiegen sind, braucht der Inlandspreis nur um 150% gesteigert zu werden; er beträgt für den Band zu 20 Bogen Quart = 320 Seiten = ca. 40 Bohen gewöhnlichen Zeitschrift-Drucks nur 150 Mark (freibleibend). - Die Ersparnisse, welche bei der Herstellung des Archivs überall gemacht werden, kommen a l l e i n den Autoren und den Abonnenten zugute.

Alle auf den Inhalt der Zeitschrift bezüglichen Zuschriften werden an meine Adresse erbeten; Bestellungen sind an den Herrn Commissionsverleger, Prof. Dr. F. FEDDE in Berlin-Dahlem, Fabeckstr. 49, zu richten, welcher auch über die Auslandspreise Auskunft gibt.

CARL MEZ.

INHALT DES ERSTEN BANDES.
Januar bis Juni 1922.

ALEXNAT, W., Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Sympetalen 129-154

BISCHOFF, B., Das Pflanzenplankton im unteren Dnieper bei Alexandrowsk (Ukraine)..... 107-125

BUDNOWSKI, A., Die Septaldrüsen der Bromeliaceen 47-80, 101-105

HILLMANN, J., Eine neue Art der Flechtengattung Xanthoria 313

HOEFFGEN, F., Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb des Columniferen-Astes der Dicotylen,..... 81-99

JANERT, H., Beiträge zur Beurteilung der klimatischen Wachstumsfaktoren Kohlensäure, Sauerstoff und Luftdruck 155-176,201-210
JANOWSKI, M. Arundinellearum, Graminum tribus, cospectus.....21-28
KAHSNITZ, H. G., Untersuchungen über den Einfluss der Regenwürmer auf Boden und Pflanze..... 315-331
MALLIGSON, F., Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaften innerhalb des Centrospermen-Astes der Dicotylen 2-20
MEZ, C., Abromeitia, Myrsinacearum novum genus 100
MEZ, C., Additamenta monographica 1922 125-128,230,255-256
MEZ, C., Anleitung zu sero-diagnostischen Untersuchungen für Botaniker 177-200
MEZ, C., Fittingia, novum Myrsinacearum genus 105-106
MEZ, C., Stylagrostis, novum Graminearum genus..... 20
PRODOEHL, A., Oryzeae monographice describuntur.....211-224,231-255
SCHELLENBERG, G.,Die systematische Gliederung der Gramineen 257-260
SCHELLENBERG, G.,Pseudellipanthus, genus novum Connaracearum 314-315
STEFFEN, H., Zur weiteren Kenntnis der Quellmoore des Preussischen Landrückens 261-313
STEINECKE, F., Die Algen des Pakledimmer Hochmoors 225-229
SZIDAT, L., Die Samen der Bromeliaceen in ihrer Anpassung an den Epiphytismus 29-46

INHALT DES ZWEITEN BANDES,
Juli - Dezember 1922.

FUCHS, A. und ZIEGENSPECK, H., Aus der Monographie des Orchis Traunsteineri Saut. 238-248
GLEISBERG, W., Systematisch-kritische Vorarbeit für eine Monographie der Spezies Vaccinium Oxycoccus 1-34
HEMLEBEN, H., Über den Kopulationsakt und die Geschlechtsverhältnisse der Zygnemales 249-259,261-277
HERRMANN, H., Vergleichende Holzanatomie der Pappeln und Baumweiden 35-56,79-112
KIRSTEIN, K., Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaften innerhalb der Gymnospermen.....57-79
LAMBERG, G., Das Licht als Wachstumsfaktor..... 213-228
MEYER, F. J., Beiträge zur Kenntnis der Leitbündel-Anatomie...235-237,276-280
MEZ, C., Additamenta monographica 1922.....34,173-176,210-212,259-260
ONKEN, A., Über die Bedeutung des Milch- und Schleimsafts für die Beseitigung des überschüssigen Calciums, ein Beitrag zur Exkretphysiologie der höheren Pflanzen 281-333
SCHULZ, P., Desmidiaceen aus dem Gebiet der Freien Stadt Danzig und dem benachbarten Pomerellen 113-173
STEFFEN, H., Die Quellmoore des Kreises Berent in Westpreussen.....229-235
STEINECKE, F., Die Flora der Granattrichter im Aisne-Gebiet (Frankreich).....207-210
STEINECKE, F., Promallononas, eine neue Gattung der Chromulinaceae..... 112
WORSECK, E., Sero-diagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaftsverhältnisse der Monocotyledonen.....177-206

Verlag von Prof. Dr. Mez, Königsberg Pr., Besselplatz 3. - Kommissionsverlag des Repertoriums, Prof. Dr. Fedde, Berlin-Dahlem, Fabeckstrasse 49. - Steindruck von A. Wilutzky, Königsberg Pr.